

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robototechniky

Nástavba servisního robotu pro distribuci retranslačních stanic

Extension of a Service Robot for Distribution of Relay Station

Student:

Martin Soukup

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Milan Mihola

Ostrava 2011

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Soukup**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R013 Robotika
Specializace: 70 Robotika
Téma: **Nástavba servisního robotu pro distribuci retranslačních stanic**
Extension of a Service Robot for Distribution of Relay Stations

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte analýzu současného stavu řešené problematiky. Popište možné způsoby distribuce signálu mezi robotem a základnou.
2. Na základě této analýzy navrhnete možné varianty řešení a proveďte jejich srovnání.
3. Vybranou variantu detailně rozpracujte.
4. Práci doplňte podrobnou technickou a výpočtovou dokumentací. Výkresovou dokumentaci vypracujte dle pokynů vedoucího práce.
5. Práci též doložte v elektronické podobě ve formátu MS WORD a konstrukční řešení v CAD systému (dle pokynů vyučujícího).

Seznam doporučené odborné literatury:

- Kárník, L., Knořlíček, R., Marcinčín, J. N. Mobilní roboty. Opava: MÁRFY SLEZSKO, 2000. 210 s. ISBN 80-902746-2-5.
- Schraft, R.F., Volz, H. Serviceroboter. Springer – Verlag, Berlin, 1996.
- Kárník, L. Robotizace v nestrojírenských oborech. VŠB-TUO, Ostrava, 2000, 66 s. ISBN 80-7078-739-2.
- Zandl, P. Bezdrátové sítě Wi-Fi – Praktický průvodce. Computer Press, Brno, 2003, 204 s. ISBN 80-722-6632
- ČSN 01 6910 Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- ČSN ISO 690 Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milan Mihola**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



prof. Dr. Ing. Petr Novák
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny podklady a literaturu.

V Ostravě : 23. 5. 2011

.....

Martin Soukup

Prohlašuji, že

- jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 23. 5. 2011

.....

Martin Soukup

Martin Soukup

Jablůnka 640

756 23

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

SOUKUP, M. *Nástavba servisního robotu pro distribuci retranslačních stanic : bakalářská práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojů, Katedra robototechniky, 2011, 67. Vedoucí práce : Mihola, M.

Bakalářská práce se zabývá návrhem vhodné Wi-Fi retranslační stanice pro robot Ares. V úvodu je popsáno co je to Wi-Fi a způsoby její retranslace. Součástí práce jsou varianty řešení a výběr optimální varianty na základě hodnotové analýzy. Optimální varianta je zpracována do úrovně sestavného výkresu a 3D modelu vytvořeném v prostředí Pro/ENGINEER. Práce také obsahuje popis řízení retranslační stanice odzkoušeném na prototypu.

ANNOTATIO OF BACHELOR THESIS

Soukup, M. *Extension of a Service Robot for Distribution of Relay Station : bachelor thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Robotics, 67. Thesis head : Mihola, M.

Bachelor thesis describes the design of appropriate Wi-Fi relay station for the robot Ares. The introduction describes what is Wi-Fi, and ways of retransmission. Part of work are variant solutions and selection of optimal variant based on the value analysis. Optional variant is processed to the drawings and 3D models created in Pro / ENGINEER. The work also contains description of the control relay stations tested on the prototype.

Poděkování

Můj velký dík patří především příteli P. Dolejšímu bez jehož dovedností a usilovné práce by nikdy nevzniknul funkční prototyp. Poděkování patří také příteli programátorovi J. Deutschlovi za napsání Klienta. Chci také poděkovat vedoucímu mé práce, panu ing. M. Miholovi za cenné rady a odborné vedení.

Obsah

Seznam použitého značení	8
Úvod.....	9
1. Wi-Fi.....	10
1.1. Pracovní frekvence Wi-Fi	11
1.2. Jednotlivé Wi-Fi standardy	11
1.3. Hardware.....	15
1.3.1. Přístupový bod	15
1.3.2. Směrovač.....	16
1.3.3. Most	17
1.3.4. Opakovač	17
1.4. Antény.....	18
1.4.1. Směrovost	18
1.4.2. Zisk	20
1.4.3. Polarizace.....	20
1.4.4. Vyzařovací úhel	20
1.4.5. Vyzařovací diagram.....	21
1.5. Šíření Wi-Fi signálu.....	21
2. Retranslace.....	23
2.1. Co je retranslace.....	23
2.2. Pasivní Retranslace	23
2.3. Aktivní retranslace.....	25
2.3.1. AP režim s jedním centrálním prvkem	25
2.3.2. AP režim se 2 aktivními prvky	27
2.3.3. AP režim s využitím WDS.....	28
3. Stávající řešení retranslačních stanic v servisní robotice.....	29
4. Požadavkový list	32
5. Varianty retranslačních stanic.....	33
5.1. Varianta I	33
5.2. Varianta II	35
5.3. Varianta III.....	37
5.4. Varianta IV.....	39
6. Výběr optimální varianty	40
7. Prototyp.....	42
7.1. Cenová bilance prototypu	43
8. Optimální varianta	44
8.1. Krytování	44
8.2. Lokomoční ústrojí.....	46
8.3. Nakládání a Kotvení RS.....	50
8.4. Elektronika.....	51
8.4.1. Subsystem retranslace	51
8.4.2. Subsystem řízení	54
8.4.3. Senzorový Subsystem	56
8.4.4. Subsystem napájení.....	58
8.4.5. Subsystem operátora	60
9. Závěr	62
10. Použitá literatura	63
11. Přílohy dokumentu.....	64

Seznam použitého značení

Zkratka	Význam
AP	Access point – přístupový bod do Wi-Fi sítě
FW	Firmware – programové vybavení nahrané výrobcem
HW	Hardware – fyzické vybavení elektroniky
LAN	Local Area Network – místní počítačová síť
RS	Retranslační Stanice
SW	Software – programové vybavení výpočetní techniky
TTL	Transistor-transistor-logic – základní druh komunikace logických obvodů
Wi-Fi	Wireless fidelity (bezdrátová věrnost) standard bezdrátové komunikace

Úvod

Cílem této bakalářské práce je navrhnout retranslační stanici zajišťující přenos Wi-Fi signálu mezi operátorem a robotem Ares a zvětšit tak jeho operační prostor. Tyto retranslační stanice si robot Ares poveze s sebou a v případě potřeby je vyloží.

Robot Ares je vyvíjen jako víceúčelový robot určený pro průzkum, odběr kontaminovaných vzorků a řešení nejrůznějších krizových situací. Při zásahu se může robot Ares dostat do situace kdy nemůže pokračovat dál, protože by došlo ke ztrátě spojení s operátorem, například: když je potřeba vjet do podzemí nebo se jednoduše příliš vzdálí od operátora. V tomto okamžiku vypustí Ares retranslační stanici a zajistí si tak pokrytí prostoru před sebou Wi-Fi signálem a může bezpečně pokračovat. Při návratu pak retranslační stanici zase naloží a odveze. Pro případné korekce polohy retranslační stanice a pro usnadnění procesu nakládání je retranslační stanice mobilní.

1. Wi-Fi

Jelikož je Robot Ares řízen prostřednictvím Wi-Fi signálu a retranslační stanice má tento signál přijímat, zpracovávat a dále distribuovat, je na začátek vhodné o Wi-Fi něco vědět.

Velmi stručně lze říci, že WI-FI je způsob komunikace mezi bezdrátovými zařízeními. U zařízení Wi-Fi je zaručena spolupráce a běh v některém druhu standardu 802.11 bezdrátových sítí středního dosahu. Wi-Fi , což je zkratka wireless fidelity (bezdrátová věrnost), je vlastně certifikovaná verze variant bezdrátových standardů 802.11 vyvinutých organizací IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers). Wi-Fi zařízení certifikuje Wi-Fi Alliance což je uskupení společností zabývajících se výrobou bezdrátových zařízení. Každému takto certifikovanému zařízení je propůjčeno logo Wi-Fi (*obr 1.1 a obr 1.2*) a dává tak najevo, že lze bez jakýchkoliv problémů spojit s jiným stejně certifikovaným zařízením.



obr 1.1 Wi-Fi logo



obr 1.12 Wi-Fi logo abg

1.1. Pracovní frekvence Wi-Fi

Wi-Fi se pohybuje ve volných radiových frekvencích 2,4 GHz a 5,4 GHz. Tyto frekvence nejsou zpoplatněny a licencovány. Původně měly patřit vědeckým, lékařským a průmyslovým aplikacím. Z toho plyne, že tyto frekvence jsou již značně zahlceny a především pásmo 2,4 GHz je přehlcena protože vedle Wi-Fi zde vysílají ještě jiná zařízení např.: bluetooth, mikrovlnné trouby, domácí bezdrátové telefony atd.. Přesné frekvence jsou udávány jednotlivými IEEE 802.11 standardy a dále upravovány místní legislativou. Pásmo 5,4 GHz se používá nejčastěji pro dálkovou komunikaci a přenos dat.

1.2. Jednotlivé Wi-Fi standardy

První bezdrátová norma přijatá v roce 1997 byla nazvána 802.11. Jednalo se o rádiovou normu pracující ve frekvenčním rozsahu 2,4 GHz s maximální propustností 2 Mbit/s. Revize této normy byla původně nazývána 802.11 High Rate s propustností až 11 Mbit/s. V roce 1999 však došlo k jejímu přejmenování na 802.11b a byla přidána norma 802.11a pracující v pásmu 5 GHz a propustností až 54 Mbit/s. V průběhu let přibývaly doplňkové standardy zabývající se bezpečností, úpravy spojových protokolů a dalšími změnami. Všechny normy mají stejný základ 802.11 plus malá písmena abecedy v pořadí v jakém vznikaly [6].

IEEE 802.11a

Standard byl schválen již v roce 1999, avšak provozování sítí v bezlicenčním pásmu 5 GHz bylo v ČR (ale i v celé Evropské unii) dlouhou dobu omezené a to až do září 2005. Toto zdržení částečně způsobily spory mezi evropským telekomunikačním regulátorem ETSI a standardizační autoritou IEEE. ETSI vytvořilo vlastní standard HIPERLAN/2 (High Performance Radio LAN) pracující v pásmu 5,15 – 5,35 GHz. Ten je v České republice povolen s použitím zařízení o výkonu do 200mW. HIPERLAN/2 funguje podobně jako 802.11 ale implementuje deterministické přidělování práva na vysílání, zatímco 802.11 vychází v metodě přístupu z ethernetu. Bohužel - přes svůj pokrokový charakter se evropský HIPERLAN/2 u výrobců neujal. Norma 802.11a specifikuje celkem 237 kanálů

od 5005 do 6100MHz. Tak, jako je pásmo 2,4 GHz omezeno pouze na některé kanály, které lze používat bezlicenčně (tj. volně), je i pásmo 5 GHz rozděleno a to následovně viz *tab1.2.1*

	Vnitřní použití	Venkovní použití
Evropa	5.15 – 5.35 GHz	5.47 - 5.725 GHz
USA	5.18 - 5.35 GHz	5.725 - 5.825 GHz
Čína	5.725 - 5.85 GHz	
Japonsko	5.15 - 5.25 GHz	

tab 1.2.1 frekvenční rozsah podle zemí

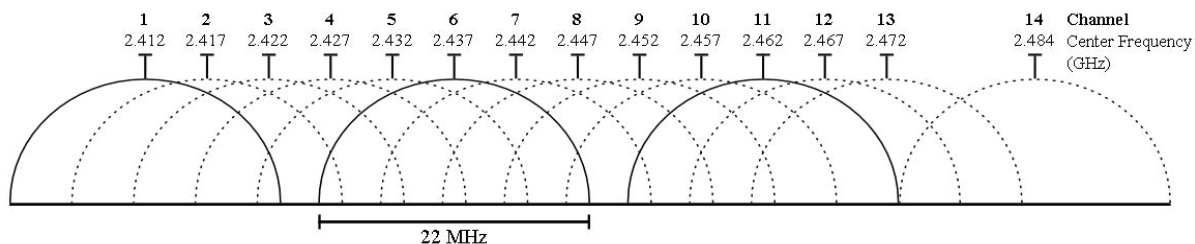
I přes tato omezení, je díky větší šířce pásma možno využít více kanálů bez toho, aby docházelo k jejich překrývání (záleží na použitém subpásmu - globálně je k dispozici 24 nepřekrývajících se kanálů).

IEEE 802.11b

Jak již bylo uvedeno výše, je norma 802.11b aktualizovanou a vylepšenou verzí původní normy IEEE 802.11. pracuje na frekvencích 2.312 – 2.732 GHz a poskytuje celkem 39 kanálů, ale platná legislativa povoluje pouze část v oblasti 2.412 – 2.472 GHz. Kanály jsou od sebe vzdálené pouze 5 MHz. Vzhledem k tomu, že jeden kanál má "pracovní šířku" ideálně 20 MHz (až 24 MHz), je evidentní, že kanály se vzájemně překrývají. To znamená, že v praxi lze použít pouze tři nepřekrývající se kanály č1, 6 a 11 viz *tab1.2.2 a obr1.2.1*

Kanál	Frekvence (GHz)	Kanál	Frekvence (GHz)
1*	2.412	8	2.447
2	2.417	9	2.452
3	2.422	10	2.457
4	2.427	11*	2.462
5	2.432	12	2.467
6*	2.437	13	2.472
7	2.442	14	2.484

tab 1.2.2 přehled kanálů a frekvencí



obr 1.2.1 nekřížící se kanály

Následující tabulka *tab1.2.3* ukazuje, ve které zemi lze použít které kanály v pásmu 2.4 GHz. Toto pásmo není dostupné v každé zemi stejně.

země	kanály	frekvence (GHz)
Evropa	1 - 13	2.412 - 2.472
USA	1 - 11	2.412 - 2.462
Kanada	1 - 11	2.412 - 2.462
Španělsko	10 - 11	2.457 - 2.462
Francie	10 - 13	2.457 - 2.472
Japonsko	14	2.484
Austrálie	1 - 13	2.457 - 2.472
Venezuela	1 - 13	2.457 - 2.472

tab 1.2.3 přehled kanálů podle zemí

IEEE 802.11c

Definice procedur pro síťové bridge. Ve skutečnosti to s WLAN má jen málo společného, jde ale o užitečný standard pro Access Pointy.

IEEE 802.11d

Mezinárodní harmonizace. Se vznikem standardu 802.11 se ukázalo, že je potřeba mezinárodní kooperace a harmonizace. Zejména pásmo 5 GHz se používá v mnoha státech různě a bylo třeba tomu standardizaci přizpůsobit tak, aby nevycházela vstříc pouze potřebám USA a Japonska. To měla za úkol tato pracovní skupina. Harmonizace přešla do standardu 802.11h.

IEEE 802.11e

Rozšíření MAC pro QoS - Zkratka QoS označuje službu Quality of Service zajišťující vyrovnanou kvalitu služby důležitou například pro multimédia. Zjednodušeně řečeno je potřeba v případě, že někdo v bezdrátové síti telefonuje nebo pořádá videokonferenci, musí mít zachovaný nepřerušovaný tok dat, narušit od lidí, kteří například jen stahují poštu a chvilkový výpadek naprosto nepoznají, zatímco v přenosu hlasu či obrazu by byl výpadek velmi rušivý. Toto upřednostnění určitých dat v bezdrátové síti má přinést MAC (Medium Access Layer). To upřednostní hlasové a videopřenosy. Finalizace tohoto standardu měla být do konce roku 2002 a v polovině roku 2003 měly být dostupné produkty podporující MAC.

IEEE 802.11f

Inter Access Point Protocol (IAPP) - Stávající specifikace 802.11 nezahrnují standardizaci komunikace mezi jednotlivými access pointy pro zajištění bezproblémového roamingu, tedy přechodu uživatele od jednoho access pointu k druhému. V současné době tak produkty různých výrobců nejsou schopny spolu o roamingu bezproblémově komunikovat a při výstavbě větších sítí, kde se roaming předpokládá, je nutno používat access pointy jednoho výrobce s jejich proprietárním řešením, nebo celou záležitost řešit úplně mimo access pointy. Tento doplněk měl být hotový do konce roku 2002 a výrobky měly být dostupné v roce 2003. V praxi se tak nestalo a de-facto standardem se stalo proprietární WDS.

IEEE 802.11g

Je WiFi standard rozšiřující IEEE 802.11b. Je zpětně kompatibilní, vysílá ve stejném frekvenčním pásmu 2400 - 2485 MHz, ale maximální nominální rychlost je 54 Mbit/s.

IEEE 802.11h

IEEE 802.11h je WiFi standard doplňující IEEE 802.11a, který je navržen s ohledem na evropské podmínky, aby bylo možné síť využívat mimo budovy. Řeší například problémy s rušením od ostatních zařízení pracujících na 5 GHz frekvenci. Na tomto pásmu pracují například radary nebo některé satelitní systémy. V podstatě mají bezdrátová zařízení v případě, že detekovala rušení, omezit vysílací výkon nebo uvolnit kanál, na kterém toto rušení rozpoznala.

IEEE 802.11n

IEEE 802.11n je WiFi standard, který si klade za cíl upravit fyzickou vrstvu a podčást linkové vrstvy, takzvanou Media Access Control (MAC) podvrstvu tak, aby se docílilo reálných rychlostí přes 100 Mbit/s.

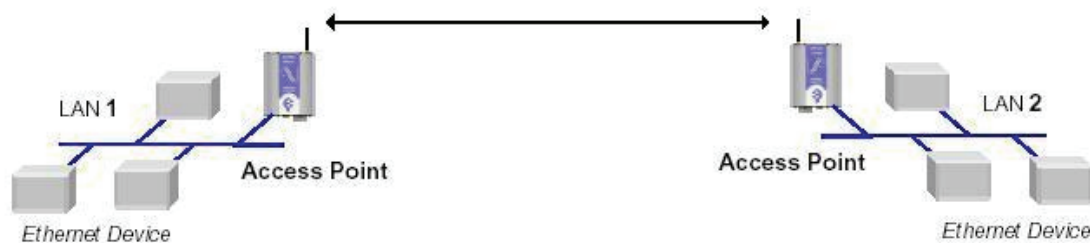
1.3. Hardware

1.3.1. Přístupový bod

Přístupový bod neboli access point (AP) je základním prvkem Wi-Fi sítě. Je to rozhraní mezi klasickou kabelovou a bezdrátovou sítí. Klienti se připojují k AP a skrze něj pak dále do sítě. Nebo k jinému klientu připojenému přes stejné AP. Klienti spolu nekomunikují přímo, ale prostřednictvím přístupového bodu a nemusí být ve vzájemném rádiovém spojení. Centralizovaný způsob komunikace též umožňuje použití směrových antén, které zvyšují dosah rádiového signálu.

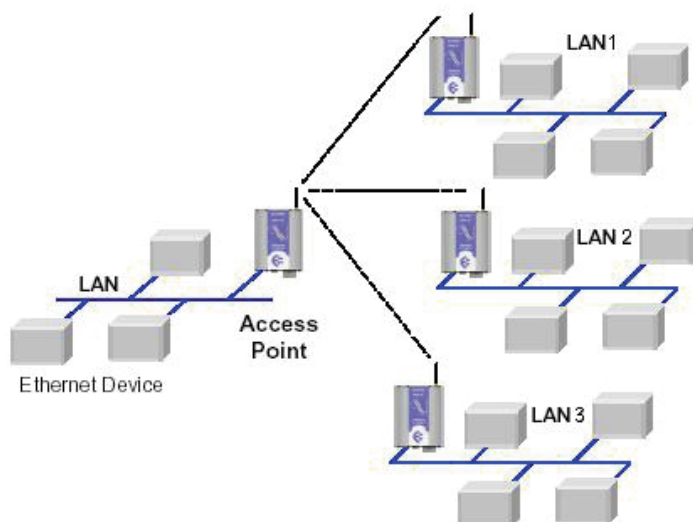
Přístupové body vystupují v několika různých rolích, které jsou dány nejen požadavky na strukturu sítě, ale i schopnostmi těchto zařízení. I když jsou schopnosti bezdrátových zařízení snadno rozšiřitelné pomocí změny softwarového vybavení, většina výrobců ji neumožňuje. Naopak hardwarově identická zařízení se mohou cenově několikanásobně lišit jen díky existenci jednoduchého softwarového doplňku.

Přes AP je možno také propojovat nejenom klienty, ale také síť LAN. metodou point to point (z bodu do bodu) *obr 1.3.1.1.*



obr 1.3.1.1 přístupový bod

Nebo lze připojit k jedné LAN síti více jiných LAN sítí (point to multipoint) *obr 1.3.1.2*



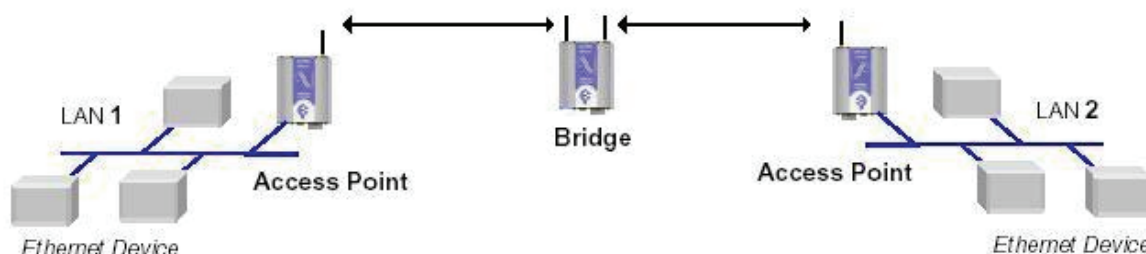
obr 1.3.1.2 AP multipoint

1.3.2. Směrovač

Router je v počítačových sítích aktivní síťové zařízení, které procesem zvaným routování přeposílá datagramy směrem k jejich cíli. Routování probíhá na třetí vrstvě referenčního modelu ISO/OSI (síťová vrstva). Netechnicky řečeno, router spojuje dvě sítě a přenáší mezi nimi data.

1.3.3. Most

Bridge označuje v počítačové síti síťové zařízení, které spojuje dvě části sítě *obr1.3.3.1* na druhé (linkové) vrstvě referenčního modelu ISO/OSI. Most je pro protokoly vyšších vrstev transparentní (neviditelný), odděluje provoz různých segmentů sítě a tím zmenšuje i zatížení sítě. Most odděluje provoz dvou segmentů sítě, tak že si ve své paměti RAM sám sestaví tabulku MAC (fyzických) adres a portů, za kterými se dané adresy nacházejí. Leží-li příjemce ve stejném segmentu jako odesílatel, most rámce do jiných částí sítě neodešle. V opačném případě je odešle do příslušného segmentu v nezměněném stavu. Nevýhodou mostu je, že zpomaluje propustnost sítě a je zdrojem zpoždění, protože musí kontrolovat MAC, adresy aby přijaté informace odeslal na správné místo.



obr 1.3.3.1 most

1.3.4. Opakovač

Repeater je aktivní síťový prvek, který přijímá zkreslený, zašuměný nebo jinak poškozený signál opravený a zesílený na jiné frekvenci ho vysílá do cílové lokace. Tak je možné snadno zvýšit dosah bez ztráty kvality a obsahu signálu. Je nutno podotknout, že zesiluje a vysílá všechno co zachytí a právě proto se nazývá opakovač. U bezdrátových systémů se repeater skládá z radio přijímače, zesilovače, vysílače, izolátoru a dvou antén. Vysílač generuje signál na odlišné frekvenci od signálu na vstupu - toto se nazývá frequency offset (frekvenční odskok) a je nezbytný k ochraně vstupu před zarušením od zesíleného signálu na výstupu. Izolátor v tomto případě poskytuje dodatečnou ochranu. Opakovače se strategicky umísťují na střechy vysokých budov, vrcholky kopců a podobně. Takto se dá jednoduše zvýšit výkon i pokrytí bezdrátové sítě. Opakovač funguje v reálném čase a je vlastně plně "průchozí". Nemá žádnou paměť a vše, co z jedné strany přijme, zase ihned vyšle, a to všemi ostatními směry, které pro něj existují.

Použití opakovačů v lokálních sítích typu Ethernet však má i jedno důležité omezení: mezi žádnými dvěma uzly nesmí být více než dva opakovače. Důvodem je přístupová metoda (CSMA/CD, viz CW 33/93), založená na možnosti detektovat kolize a na předpokladu, že kolizi dokáží rozpoznat všechny uzly. Použití opakovačů totiž vnáší nezanedbatelné zpoždění do celkové doby, kterou signálu trvá, než urazí cestu z jednoho konce sítě na druhý. Pokud by tato doba přesáhla určitou hranici, mohlo by dojít k velmi zajímavé, ale bohužel velmi nežádoucí situaci: kolize by byla detekovatelná jen v části sítě, a nikoli v celé síti (například jen "uprostřed", a nikoli "na koncích").

1.4. Antény

Všude kde se používá rádiová technologie jsou antény klíčovým prvkem. Antény vyzařují modulované rádiové signály do prostoru, aby je mohla přijímat jiná rádiová zařízení. Antény neprovádějí zesílení úrovně dostupného signálu, pouze zaměřují signál generovaný radiostanicemi.

Není anténa jako anténa. Existuje několik variant konstrukce Wi-Fi antén a každá konstrukce má jiné vlastnosti.

1.4.1. Směrnost

Směrnost antény udává v jakém směru se bude signál šířit a proto se antény dělí do následujících skupin:

Všesměrové antény:

Šíří signál do všech stran, tedy vykrývají úhel 360° *obr 1.4.1.1*. Používají se tam, kde je třeba souvislé pokrytí a jsou nejběžnějším typem antén dodávaným přímo výrobcem u většiny Wi-Fi zařízení.



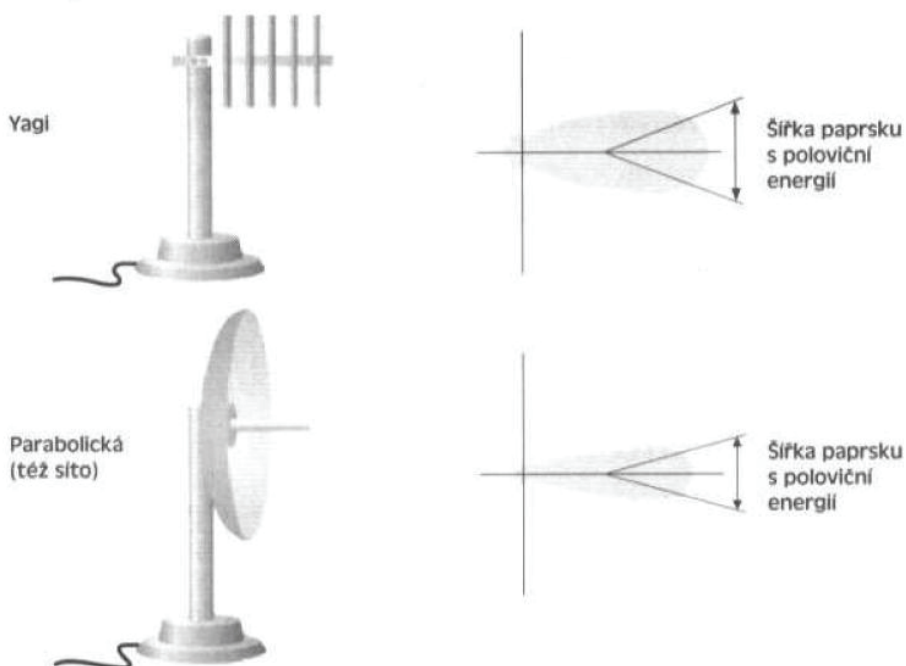
obr 1.4.1.1 všesměrová anténa

Antény sektorové

Vyzařují do určitého úhlu, např. vykrývají úhel 180° nebo jen 60° . Používají se tam, kde je potřeba vykrýt specificky omezenou oblast a zabránit tak pronikání signálu tam, kde to není žádoucí.

Antény směrové

Jedná se o zvláštní podskupinu sektorových antén. Jde o směrové parabolické antény takzvaná „síta“ nebo antény typu *yagi*. Tyto antény září pouze do jednoho bodu a jsou to nejpoužívanější antény na dlouhé vzdálenosti, protože signál soustřeďují do velmi úzkého paprsku. obr 1.4.1.2. Za předpokladu přímé viditelnosti lze s použitím směrových antén dosáhnout přenosové vzdálenosti čítající řádově kilometry.



obr 1.4.1.2 směrové antény

1.4.2. Zisk

Zisk představuje další nejdůležitější parametr antény. Čím větší ziskovost antény, tím vzdálenější signál je anténa schopna zachytit. Zisk se udává v dBi (decibel na isotrop) nebo méně často v dBd (decibel na dipól), podle toho, k jakému typu antény je měření vztahováno.

1.4.3. Polarizace

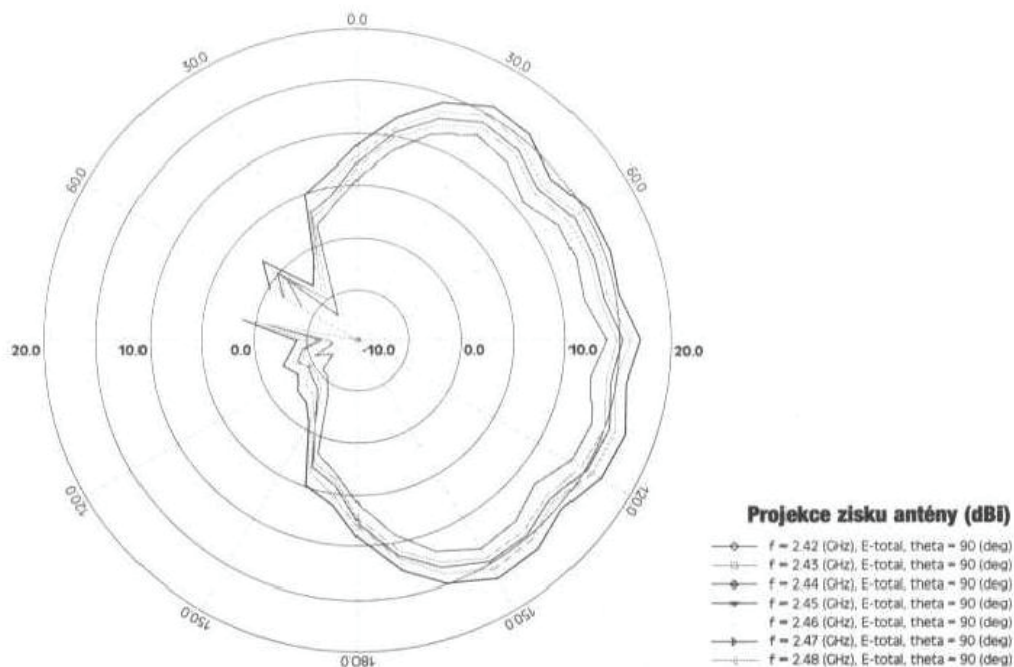
Při bezdrátovém přenosu se používají dva typy polarizace lineární a kruhová. **Lineární polarizace** se v praxi používá dvojí, **horizontální** a **vertikální**. **Kruhová polarizace** může být **pravotočivá** nebo **levotočivá**. Pro zajištění optimálního a bezztrátového provozu datového spoje musí polarizace komunikujících antén stejná.

1.4.4. Vyzařovací úhel

Vyzařovací úhel definuje, do jakého směru a pod jakým úhlem anténa vyzařuje. Horizontální vyzařovací úhel udává úhel rozevření vyzařovacího kužele v horizontální rovině a vertikální úhel vymezuje rozevření ve vertikální rovině.

1.4.5. Vyzařovací diagram

Vyzařovací diagram zachycuje charakteristiku vyzařování signálu z antény viz *obr 1.4.5.1*.



Vyzařovací diagram zachycuje anténu s horizontálním úhlem vyzařování 180 stupňů. Jak vidíte, ačkoliv se podle vyzařovacího úhlu dá čekat, že anténa nebude pokrývat prostor za sebou, přesto je možné podle diagramu vyčíst, že i za ní trochu signálu je. Vyzařovací diagram bývá důležitý u sektorových a směrových antén, kdy z něj lze také vyčíst, zda anténa nevyzařuje do takzvaných laloků, což jsou právě ty oblasti signálu mimo oficiálně deklarované a předpokládané vyzařování.

obr 1.4.5.1 vyzařovací diagram sektorové antény

1.5. Šíření Wi-Fi signálu

Obecně platí podmínka, že mezi anténami by měla být přímá viditelnost. Není to bezpodmínečně nutné, ale lze se tak vyhnout celkové degradaci signálu (odražení, pohlcení, ohybu, rozptylu, atd...). Kvalitu signál dále narušuje počasí nebo jiný signál na stejné frekvenci, což je problém přeplněných frekvencí v pásmu 2.4GHz. Použití sousedních kanálů také způsobuje jejich vzájemné rušení.

V budovách je šíření Wi-Fi signálu závislé především na materiálu a jeho tloušťce, ze kterého je budova postavena a jaké je její vnitřní uspořádání, které musí signál zdolat. Největším nepřítelem Wi-Fi signálu jsou kovové struktury (železobeton), u zděných staveb není útlum tak rapidní. Orientační přehled útlumu materiálů je uveden v *tab 1.5.1*.

Zdroj ztráty přes překážky	Ztráta v dB
Cihlová stěna s okny	2
Vestavěná prosklená stěna s kovovým rámem	6
Kancelářská příčka	6
Kovové dveře v kancelářské příčce	6
Tvárníková stěna	4
Kovové dveře v cihlové stěně	12.4
Cihlová stěna vedle kovových dveří	3

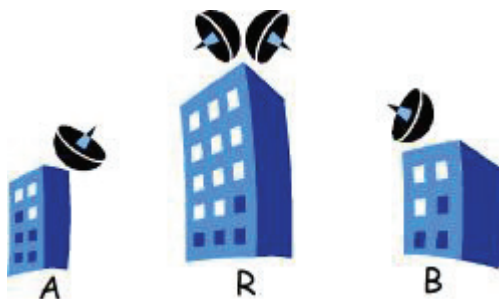
tab 1.5.1 přehled útlumu Wi-Fi signálu v závislosti na materiálu

Ve venkovním prostředí je největší nepřítel Wi-Fi voda. Při prudkém dešti (cca 100 mm³/hod) dojde k poklesu signálu o 0.05 dB/km, při běžném dešti o 0.02 dB/km. V pásmu 5.8 GHz dochází k ještě větším ztrátám. Stromy představují také nemalou překážku, především když mají mokré listy, tak spolehlivě pohltí signál. Samostatnou kapitolou je pak samostatná voda. Jelikož mikrovlny v pásmu 2.4 GHz voda pohlcuje a zahřívá se, tvoří tak neproniknutelnou překážku. Ostatně na tomto principu pracuje na frekvenci 2.45 GHz i mikrovlnná trouba.

2. Retranslace

2.1. Co je retranslace

Jestliže nelze dodržet podmínku přímé viditelnosti mezi vysílačem a přijímačem (např.: stojí-li mezi nimi dům, kopec...), což nám znemožní přímý příjem signálu, je možno signál poslat „na okolo“ pomocí vhodně umístěné RS. Podmínkou ale zůstává, že RS vidí na oba body A,B viz *obr2.1.1*. Probíhající komunikace $A \rightarrow R \rightarrow B$ se nazývá spoj s jednou retranslací.



obr 2.1.1 retranslace

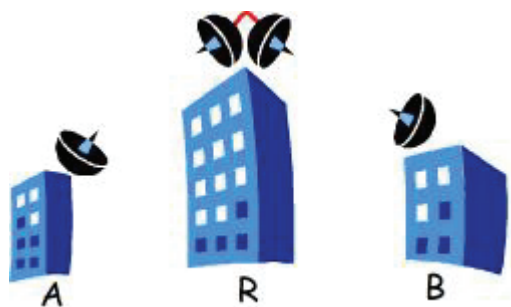
Retranslace mohou být někdy i několikanásobné, je-li např. zapotřebí vytvořit velmi dlouhý spoj, je možné zřetěžit např. 3 RS (R, S, T) za sebou (víc už se nevyplatí), a tak může komunikace jít postupně $A \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow T \rightarrow B$. Lze ale za určitých podmínek vytvořit i různě větvenou síť díky retranslaci. Je-li potřeba spojit bod A s body B a C, které na sebe vzájemně nevidí, ovšem všechny vidí na bod R, potom může komunikace probíhat i $A \rightarrow R \rightarrow B, C$.

2.2. Pasivní Retranslace

Pasivní retranslace probíhá bez použití aktivních síťových prvků. Probíhá odrazem nebo přesměrováním. Tato metoda je velmi jednoduchá, ale není moc výhodná, protože zde není zapojený žádný aktivní síťový prvek, který by zesiloval a filtroval signál. Vyšlete-li z bodu A signál, je v bodě R zachycena anténou (či odražena panelem) jen velmi malá část signálu (např. 5%) a tato pak přeposlána dál na bod C, který zachytí opět např. 5% z

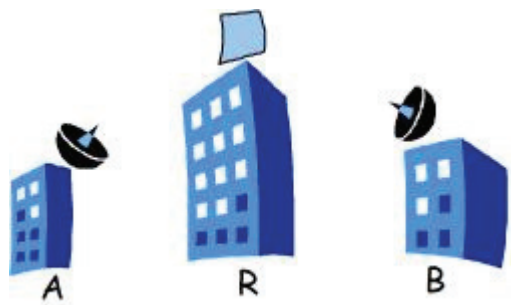
původních 5%, a tedy na protější stranu v tomto případě dorazí jen čtvrt procenta původně vyslaného signálu (nebo dvacetina signálu, který by dorazil, když by se jednalo jen o dvoubodový spoj $A \rightarrow R$). Signál zároveň není znovu upraven aktivním prvkem a zbaven šumu, a tak se na vzdálenou anténu dostane šum jak z trasy $A \rightarrow R$, tak z části $R \rightarrow B$. Dále nelze nijak monitorovat a vyžaduje specifické podmínky. Mezi výhody patří například jednoduchost nebo nepotřebné elektrické připojení a nepotřeba místa pro technologické zázemí. Toto řešení se dá velice lehce umístit na nepřístupná místa jako jsou stromy nebo za komín.

Použití dvou antén. Způsob řešení přesměrování signálu je velmi jednoduchý, do bodů A i B se umístí směrové antény, které nasměrujete na bod R. Do bodu R pak umístíte dvě antény, jedna bude směřovat na bod A, druhá na bod B, a tyto antény se jednoduše spojí k sobě koaxiálním kabelem. Kabel musí být, ale co nejkratší, protože způsobuje značný útlum signálu *obr 2.2.1*.



obr 2.2.1 retranslace, dvě antény

Řešení odrazem signálu je ještě jednodušší. Svírají-li body A a B v bodě R malý úhel (cca $< 45^\circ$), je možno do bodu R umístit odraznou desku a to tak, aby se signál z bodu A od této desky odrazil a podle zákona úhel dopadu = úhel odrazu, byl dále nasměrován do bodu B *obr2.2.2*.



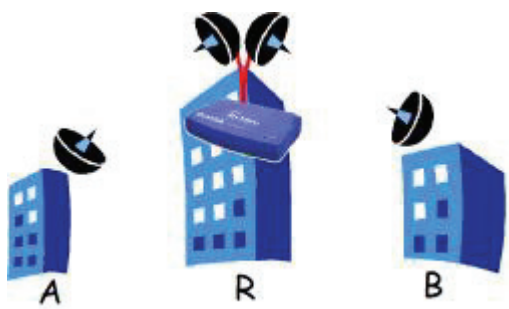
obr 2.2.2 retranslace, odrazová deska

Kdy použít řešení s pomocí přesměrování a kdy pomocí odrazu je složitější. V naprosté většině případů se používá řešení přesměrováním, odrazná plocha musí svírat malý úhel, respektive čím větší úhel svírá, tím větší musí být (protože tím méně plochy stojí v cestě signálu a tím méně signálu lze tedy odrazit). Plachta je také drahá, instalace složitější, vyžaduje větší místo na budově atd. Někdy se ale využívá místo odrazové desky přímo nějaká budova, jednoduše se nasměruje signál přímo na budovu a ten se od ní při troše štěstí odrazí v tom směru, který je požadován, aby doputoval k cíli. Ovšem tady pozor, velmi často pak dochází k velkým změnám kvality signálu podle toho, zda je na této "odrazné budově" vlhká omítka po dešti, či jestli je sucho.

2.3. Aktivní retranslace

Aktivní retranslace využívá na retranslačním bodě další aktivní prvek (prvky). Ten přijme signál z bodu A, a pak jej zpracuje naprosto normálně, jako by byl sám klient, tj. očistí jej od šumu, byl-li frame přijat s chybou, je zažádáno o přeposlání, aniž by se signál dále posílal. Je-li vše v pořádku, signál je pak poslán dál buď druhým rozhraním (má-li aktivní prvek více rozhraní), stejným rozhraním (pomocí WDS, nebo režimem více klientů na jednom AP – viz dále) a nebo přes Ethernet na další bezdrátový aktivní prvek a z něj pak posláno na bod B.

2.3.1. AP režim s jedním centrálním prvkem



obr 2.3.11.1 retranslace, jeden aktivní prvek

Tento způsob je vhodný pro nejlevnější a nejsnazší řešení na menší vzdálenosti a s menší propustností. De-facto se jedná o standardní síť s přístupovým bodem, se dvěma

klienty, na každé straně (A a B) jeden *obr2.3.1.1*. Není možné spojit bezdrátově dva přístupové body (vyjma režimu WDS, viz dále). Klienty tak musí být zařízení označované jako "bezdrátový klient" či "klientský adaptér" (wireless client), ať už třeba box s Ethernet rozhraním, tak třeba jen přes USB či PCI kartu připojený počítač. Jako klienta lze ale použít i AP, který podporuje klientský režim (stává se tím vlastně běžným klientským adaptérem s Ethernet rozhraním). Na tento prvek je pak napojena směrová anténa libovolného typu s dostatečným ziskem. Přístupový bod může být kterýkoliv bezdrátový bridge nebo bezdrátový router. Na něj je připojena buď jedna anténa (všesměrová či sektorová tak, aby její vyzařovací diagram obsahoval body A i B) anebo můžete použít dvě směrové antény, které se propojí pomocí anténního slučovače – v tom případě se ztratí 3 dB, ovšem výsledná dosažitelná vzdálenost bývá větší (všesměrové i sektorové antény mají malý zisk).

Komunikace probíhá zcela jasně z prvku v bodě A, na prvek v bodě R, na něm se data obrátí a putují stejným rozhraním nazpátek. Z toho vyplývají výhody i nevýhody tohoto řešení:

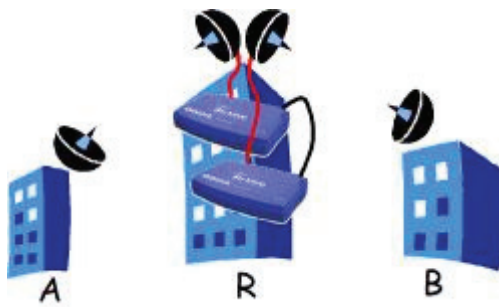
Výhody:

- + výhodou je cena řešení, potřebujete jen jeden aktivní prvek, máte menší náklady na elektřinu, rozvaděč atd.
- + částečnou výhodou je rychlost zpracování u velmi malého počtu požadavků – pomalejší než u pasivní retranslace, ale rychlejší než u aktivní se dvěma prvky, kde se musí pakety převést přes Ethernet
- + výhodou je i velmi snadný přechod na variantu se dvěma aktivními prvky v případě, že je vyžadována větší propustnost, bez velkých ákladů
- + jako výhodu lze považovat i to, že je využíván jen jeden frekvenční kanál
- + je možno na AP snadno připojit Ethernet kabel a poskytnout tak Internet v budově, kde je retranslace.

Nevýhody:

- s nárůstem provozu ovšem výrazně stoupají prodlevy a klesá propustnost, každý paket je totiž poslán stejným rozhraním, tj. v době, kdy byl poslán jeden fragment, musí vysílací stanice čekat, než jej centrální prvek pošle stejným rozhraním druhé stanici a teprve potom může vysílat další fragment

2.3.2. AP režim se 2 aktivními prvky

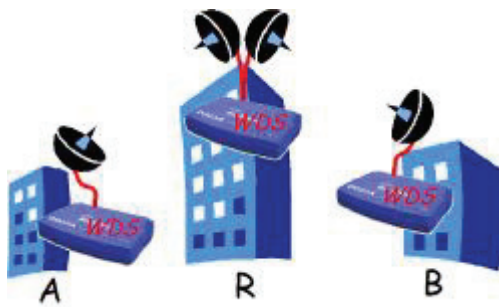


obr 2.3.2.1 retranslace, dva aktivní prvky

Tento způsob je velmi podobný předchozímu co se týče podoby, výrazně se ale liší svými vlastnostmi a bývá nejčastějším způsobem řešení retranslace. Při tomto řešení není na retranslačním bodě jeden aktivní prvek, ale dva *obr 2.3.2.1*, které jsou propojeny Ethernetem. Existují i zařízení obsahující dvě nezávislá radiová zařízení.

Každá dvojice prvku v koncovém bodě a prvku na retranslačním bodě ($A \rightarrow R$ a $B \rightarrow R$) tvoří samostatnou síť. Je tedy možné mít v centru jak klientské Ethernet adaptéry (a na krajích AP), tak adaptéry na krajích a uprostřed přístupové body, tak i "cik-cak režim" ($AP \rightarrow \text{klient} \rightarrow AP \rightarrow \text{klient}$). Záleží na celkové topologii sítě a na dalších následujících prvcích - zvykem bývá umístit více problematické prvky co nejblíže poskytovateli, tj. první AP umístit u sebe a druhý většinou ke klientovi. V klientském centru jsou pak vždy dvě směrové antény.

2.3.3. AP režim s využitím WDS



obr 2.3.3.1 retranslace, WDS

Tento druh aktivní retranslace je analogický k prvnímu řešení, také využívá jen jeden centrální prvek *obr 2.3.3.1*, ovšem na rozdíl od něj i na krajích (alespoň jednom) je AP. Tyto AP jsou pak propojeny bezdrátově pomocí "wireless distribution system". Vesměs se používají dva frekvenční kanály, případně jeden kanál a odlišná polarizace, pakliže ale vyzařovací diagramy nezasahují do sebe (pozor na zadní a boční vyzařování u špatných antén typu síto či yagi), je možné použít i jeden frekvenční kanál a polarizaci.

Výhody:

- + každý paket putuje postupně přes všechny prvky, nenastává tam žádné čekání, síť je tedy relativně rychlá
- + můžete na AP snadno připojit Ethernet kabel a poskytnout tak Internet v budově, kde je retranslace
- + cena řešení je obdobná předchozím řešením, WDS jsou dnes vybaveny již téměř všechny prvky. Úspora ale může být při vícenásobných retranslacích
- + výhodou je i velmi snadný přechod na variantu se dvěma aktivními prvky v případě, že je vyžadována větší propustnost, bez velkých utopených nákladů
- + lze propojit jen 5 AP na jiný AP pomocí WDS režimu (kvůli propustnosti se ale nedoporučují více než 2)

Nevýhody:

- musí být v celé WDS síti využit jen jeden frekvenční kanál (tj. když za sebou bude had z pěti sériově WDS propojených AP, celá tato síť bude využívat jednu frekvenci)
- rychlost zpracování bývá pomalejší než předchozí varianty, WDS zpomaluje přenos

3. Stávající řešení retranslačních stanic v servisní robotice

Z podrobného průzkumu vyšlo najevo, že všeobecně není retranslace signálu v servisní robotice nikterak častý jev. Servisní roboty jsou řízeny po kabelu, nebo je zajištěn dostatečně výkonný vysílač a tím pádem není retranslace zapotřebí. Ale v některých situacích je potřeba během zásahu operativně zvětšit akční rádius robotu a není jednoduššího řešení než použití RS. Ale aspekty hovořící v neprospěch RS jsou především finanční a materiálová náročnost vývoje, výroby a provozu takového zařízení. Dalším aspektem je také nutnost připravenosti RS poblíž zasahujícího robotu v podobě menšího mobilního robotu, nebo malého zařízení neseného na robotu samotném a jeho vypuštění v případě nutnosti. Jako ideální se jeví kombinace RS a mobilní kamerové jednotky poskytující operátorovy lepší přehled nad situací, ale jakmile dojde k použití retranslační stránky tohoto hybridu musí proto zůstat stát na místě, tím ovšem pozbude významu jako mobilní kamerová jednotka. Bohužel nebylo nalezeno žádné civilní řešení problému retranslace.

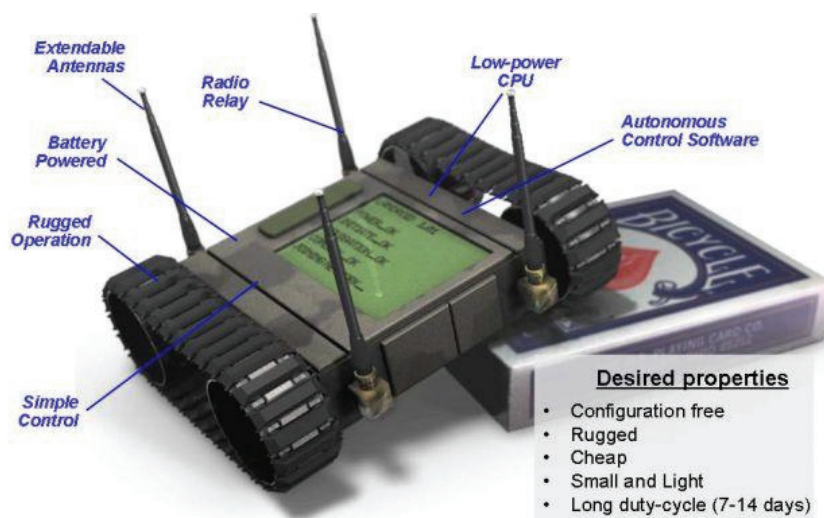
Retranslace je hojně využívána armádními složkami, především pro dálkové řízení bojových a průzkumných robotů jako je například MQ-1 Predator [9] *obr 3.1.*



obr 3.2.3.1 UAV – MQ-1 Predator

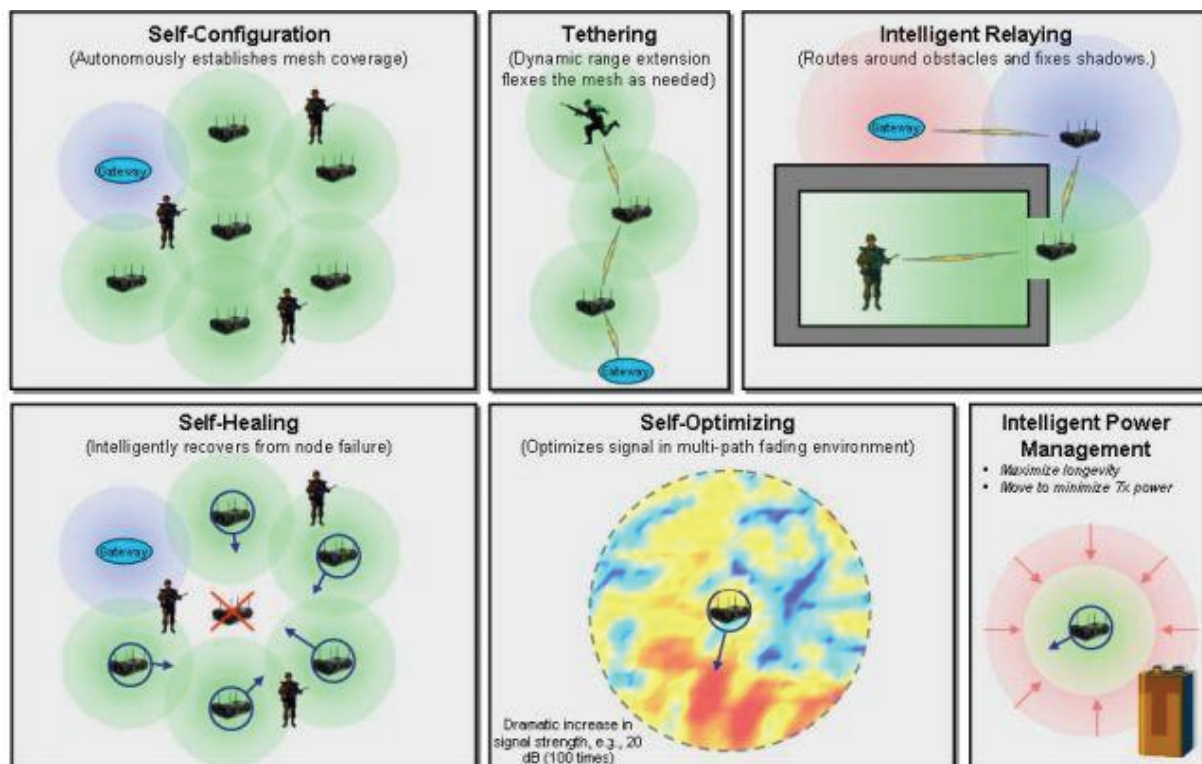
Jedná se o bezpilotní bojový letoun (UAV - Unmanned Aerial Vehikle) využívající satelitní retranslace, která umožňuje ovládat Predátora kdekoliv na světě z bezpečí podzemního bunkru.

Jediným nalezeným příkladem využití retranslačních stanic v podobě malých robotů je LANDroid [10] *obr 3.2* vyvinutý organizací DARPA (The Defense Advanced Research Projects Agency).



obr 2.3.2 LANDroid

Tyto malé retranslační stanice v hodnotě 100 USD za kus mají za úkol pokrýt vytyčenou oblast signálem a zajistit taktickou komunikaci v dané oblasti. LANDroidy jsou vybaveny umělou inteligencí která jim umožňuje provádět různé operace *obr 3.3* spojené s retranslací signálu. Jsou to například: optimální pokrytí oblasti signálem tak, že každý LANDroid najde nejvhodnější polohu pro vysílání jako jsou vyvýšená místa a zároveň musí být neustále v kontaktu s několika okolními LANDroidy. Dále jsou schopny kompenzovat ztrátu LANDroidu v síti tak že se okolní LANDroidy přemístí aby pokryly prázdné místo a zároveň zůstaly samy v kontaktu s ostatními.



obr 2.3.3 ilustrace dovedností LANdroidů

4. Požadavkový list

Hlavní požadavky:

- maximální rozměry 170x240x240 mm
- maximální hmotnost do 3 kg
- výdrž při provozu na baterie minimálně 2 hodiny
- mobilita RS
- zařízení pro retranslaci wifi signálu
- nízká cena

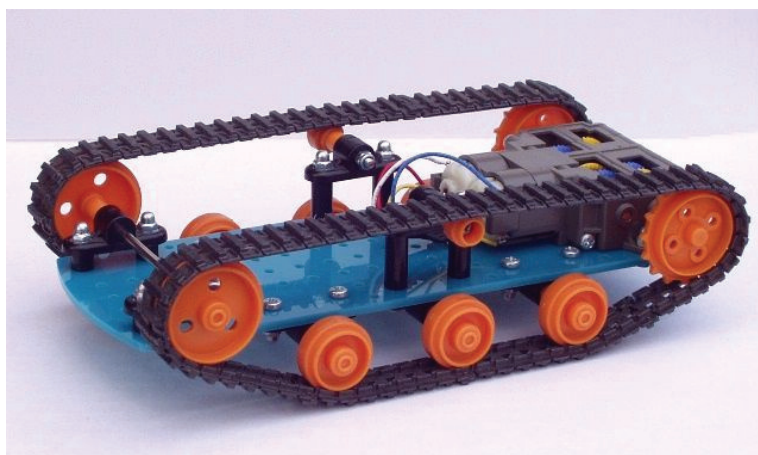
Vedlejší požadavky:

- osazení kamerovou jednotou
- dálkové řízení přes wifi
- jednoduchá konstrukce
- zvýšená odolnost
- možnost naložení a transportu RS na robotu Ares

5. Varianty retranslačních stanic

Základ všech variant tvoří retranslační blok, jednoduchá kamerová jednotka, systém řízení a zdroj napájení. Varianty se zabývají pouze výběrem vhodného nosiče RS.

5.1. Varianta I



obr 5.1.1 TANK-02

Variantu I tvoří komerčně dostupná stavebnice pásového podvozku pod názvem TANK-02 [11] *obr 5.1.1*. Stavebnici tvoří dvě samostatné stavebnice od firmy TAMIYA.

První stavebnice je zdvojená tanková převodovka TAMIYA-TM70168 *obr 5.1.2* a druhá stavebnice TAMIYA-TM70100 *obr 5.1.3* tvoří pryžové pásy a pojezdová kola.



obr 5.1.2 převodovka TAMIYA-TM70168



obr 5.1.3 pásy TAMIYA-TM70100

Rozměry d x š x v	200 x 110 x 60 mm
Hmotnost podvozku	0.25 kg
Napájení motorů	3 V DC
Stálý odběr 1 motoru	1 A
Převodový poměr	volitelný 12.7:1, 38.2:1, 114.7:1, 344.2:1
Výstupní otáčky	1039ot/min, 345ot/min, 115ot/min, 38ot/min
Maximální dovolené zatížení	Odhadem 3 kg
Cena *	688 Kč

tab 5.11.1 parametry podvozku TANK-02

* cena zahrnuje pouze převodovku a pásy, nikoliv cenu celé stavebnice

Výhody:

Nízké pořizovací náklady.

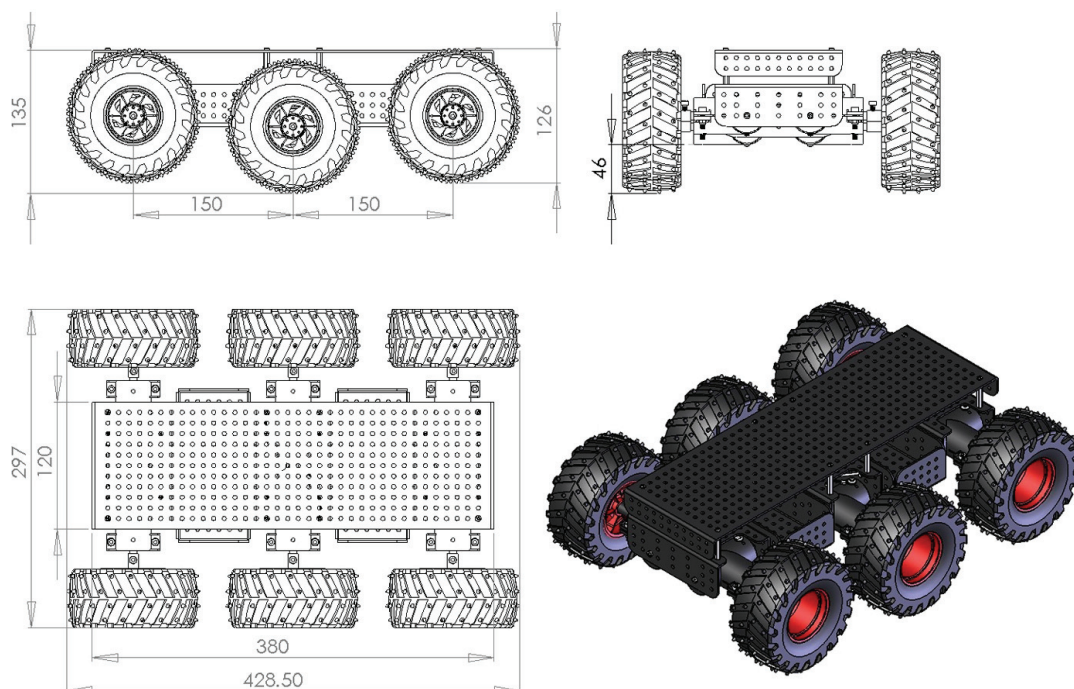
Malé rozměry a nízká hmotnost.

Umožňuje sestavit libovolnou variantu uspořádání podvozku.

Nevýhody:

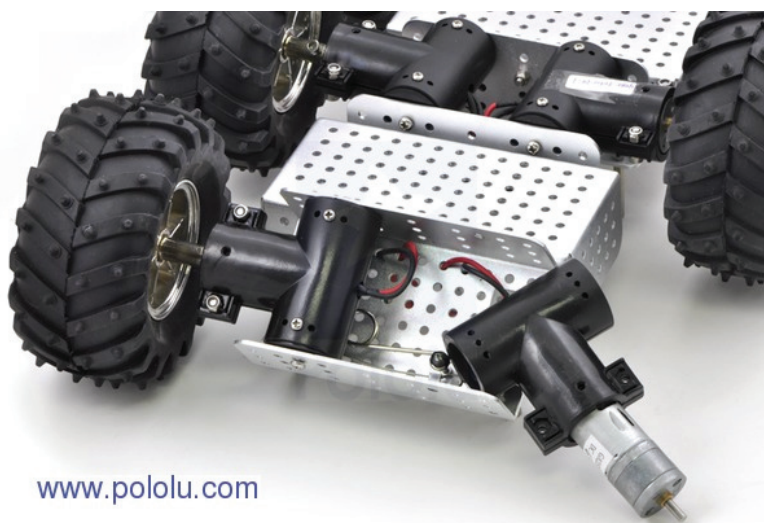
Celá převodovka a pojezdová kola jsou tvořena plasty a pryžové pásy se skládají ze segmentů různých délek (hrozí roztržení ve spojích).

5.2. Varianta II



obr 5.2.1 schéma Dagu Wild Thumper 6WD

Varianta II je komerčně dostupný šestikolový off-roadový podvozek Dagu Wild Thumper 6WD [12] *obr 5.2.1*. Rám je z perforovaného hliníkového plechu na který lze snadno přimontovat jakoukoliv nástavbu či jiné zařízení. Pohon zajišťuje šestice motorů s převodovkou, kyvně uložených v rámu *obr 5.2.2*. Motory pohánějí kola o průměru 120 mm s hrubým vzorkem.



www.pololu.com

obr 5.2.2 Dagu detail uložení motoru

Rozměry d x š x v	428 x 300 x 135
Hmotnost podvozku	2.7 kg
Napájení motorů	6 V DC (Min. 2V- Max. 7.5V)
Stálý odběr 1 motoru	5.5 A
Otáčky motoru	10000 ot/min + / - 5%
Převodový poměr	75:1
Výstupní otáčky	295 ot/min +/- 5%
Maximální dovolené zatížení	5 kg
Cena průměrně	7800 Kč

tab 5.22.1 specifikace Dagu Wild Thumper 6WD

Výhody:

Díky šestici nezávisle výkyvných kol vysoká prostupnost terénem a stabilita.

Nosnost 5 kg zvyšuje potenciál i pro jiná využití než jen jako nosič RS. Spolu v kombinaci s dobrou manévrovatelností a prostupností je možno použít i jako mobilní kamerovou jednotku.

Nevýhody:

Velké rozměry a vysoká hmotnost znemožňující naložení na robot Ares.

Pro potřeby RS až příliš předimenzované ve všech ohledech (nosnost, manévrovatelnost, prostupnost).

5.3. Varianta III



obr 5.3.1 ilustrační obrázek vzducholoď

Varianta III předpokládá použití dálkové řízené vzducholodi *obr 5.3.1* jako nosič RS. Vzducholoď [13] je vcelku netradiční a neprávem opomíjené zařízení. Hlavní využití nacházejí vzducholoď především v reklamě jako létající poutače.

Faktory ovlivňující dobu letu vzducholoď:

- | | |
|----------------------------|---|
| teplota okolního vzduchu – | v zimě je vzduch hustší a vzducholoď vydrží obvykle déle létat a má větší nosnost |
| rychlost větru – | čím je rychlost větru vyšší, tím je spotřeba energie na pohyb proti větru větší a tím dříve je třeba přistát, zároveň hrozí poškození vzducholodi vlivem náhlého poryvu větru |
| rychlost létání – | čím rychleji je potřeba létat, tím více se spotřebovává energie a je třeba dřív přistát |
| hmotnost nákladu – | v případě, že je užitečný náklad lehčí, než nosnost vzducholoď, je možné zapojit další baterie |
| samotná trajektorie letu – | při vhodné volbě trajektorie letu se dá ušetřit hodně energie a tím samotný let prodloužit |

Nosnost	obecně platí že 1m ³ hélia unese 1kg nákladu
Pohon	elektromotory
Náplň	hélium
Cena	dovijí se od velikosti, vzducholod' o objemu 3 m ³ stojí zhruba 20 000 Kč

tab 5.3.1 parametry vzducholodě

Výhody:

Je zajištěno kvalitnější pokrytí oblasti zásahu signálem a díky kamerové jednotce má operátor zajištěn i ucelenější přehled nad situací během zásahu.

Vzducholod' může za dobrých povětrnostních podmínek „viset“ na jednom místě i několik hodin.

Nevýhody:

Především pořizovací a provozní náklady za hélium.

Značná doba přípravy, vzducholod' se převáží ve vyfouknutém stavu a před nasazením je třeba ji napustit héliem, po akci je třeba ji zase sbalit.

Citlivost na povětrnostní podmínky a minimální výška stropu pro let v uzavřených prostorech činící 5 m.

5.4. Varianta IV



obr 5.4.5.4.1 RC vrtulník Mikado Logo 14

Varianta IV používá jako nosič RS dálkově řízený vrtulník se Logo 14 *obr 5.4.1* od výrobce Mikado. Vrtulník je poháněn elektromotorem, nevýhodou je že musí nést těžké akumulátory. Když se akumulátory vybijí je třeba mít v záloze připravené další. Naproti tomu u modelů se spalovacím motorem stačí rychle doplnit nádrž a vrtulník může pokračovat. Ale vrtulníky s elektromotory jsou daleko čistější a nejsou tak hlučné jako modely se spalovacím motorem.

V dnešní době se dálkově řízené vrtulníky používají běžně pro filmování nebo fotografování z výšky. Tyto vrtulníky jsou však speciálně upravené komerčně dostupné modely, nebo speciálně navržené a postavené stroje pro konkrétní účely. Ceny takovýchto speciálních vrtulníků často přesahují částku 50 000 Kč.

Nosnost	zhruba 4.3 Kg
Hmotnost	2.7 Kg
Průměr rotoru	1300 mm
Doba letu na jedno nabití	zhruba 20 minut
Cena	17 000 Kč

tab 5.4.1 parametry Logo 14

Výhody:

Je zajištěno kvalitnější pokrytí oblasti zásahu signálem a díky kamerové jednotce má operátor zajištěn i ucelenější přehled nad situací během zásahu.

Vrtulník je velmi obratný a dobře manévrovatelný.

Nevýhody:

Krátká doba letu

Náročné na schopnosti pilota

Citlivé na povětrnostní podmínky

Drahé akumulátory

6. Výběr optimální varianty

Hodnotová analýza se používá k výběru optimální varianty. Tato analýza spočívá v porovnávání jednotlivých kritérií, viz *tab.4.1*, která volíme na základě požadavkového listu.

Označení kritéria	Název kritéria	Popis kritéria
F1	Složitost konstrukce	Použití minima vyráběných dílů, snaha o stavebnicové řešení
F2	Vnější rozměry a hmotnost	Kvůli usnadnění transportu a skladování
F3	Šíření signálu	Určuje jaký dosah má signál vysílaný ze stanice
F4	Cena	Pořizovací a provozní náklady
F5	Složitost řízení	Řízení jednotky by mělo být co nejjednodušší aby mělo malý datový objem a nevyžadovalo školenou obsluhu

tab 6.1 kritéria hodnocení

Hodnoty kritérií

Vysoká úroveň	6b
Dobrá úroveň	5b
Průměrná úroveň	4b
Nízká úroveň	3b
Nevyhovující úroveň	2b
Nepříznivý stav	1b

Trojúhelníková metoda porovnání párů

Porovnávané páry				Počet voleb	Pořadí	Váha významnosti
F1 F2	F1 F3	F1 F4	F1 F5	0,5	4	0,825
	F2 F3	F2 F4	F2 F5	2,5	2	1,485
			F3 F5	2,5	3	1,485
			F4 F5	4 0,5	1 4	1,98 0,825

tab 6.2 porovnávané páry

Váha významnosti

Podle vzorce $q = 0,33v + 0,66$, kde v je počet voleb

Hodnocení jednotlivých variant

	Kritérium F1	Kritérium F2	Kritérium F3	Kritérium F4	Kritérium F5
	Složitost konstrukce	Vnější rozměry a hmotnost	Šíření signálu	Cena	Složitost řízení
Varianta 1	5	6	3	6	6
Varianta 2	5	5	3	5	6
Varianta 3	4	1	6	2	4
Varianta 4	3	2	6	3	2

tab 6.3 hodnocení variant

Porovnání variant

Kritérium	Váha významnosti	Varianta 1		Varianta 2		Varianta 3		Varianta 4	
		b	Vážený index	b	Vážený index	b	Vážený index	b	Vážený index
F1	0,825	5	4,125	5	4,125	4	3,3	3	2,475
F2	1,485	6	8,91	5	7,425	1	1,485	2	2,97
F3	1,485	3	4,455	3	4,455	6	8,91	6	8,91
F4	1,98	6	11,88	5	9,9	2	3,96	3	5,94
F5	0,825	6	4,95	6	4,95	4	3,3	2	1,65
Celkový součet vážených indexů			34,32		30,855		20,955		21,945

tab 6.4 porovnání variant

*Do sloupce b byly uvedeny hodnoty z v tabulky tab.6.3

Zhodnocení analýzy

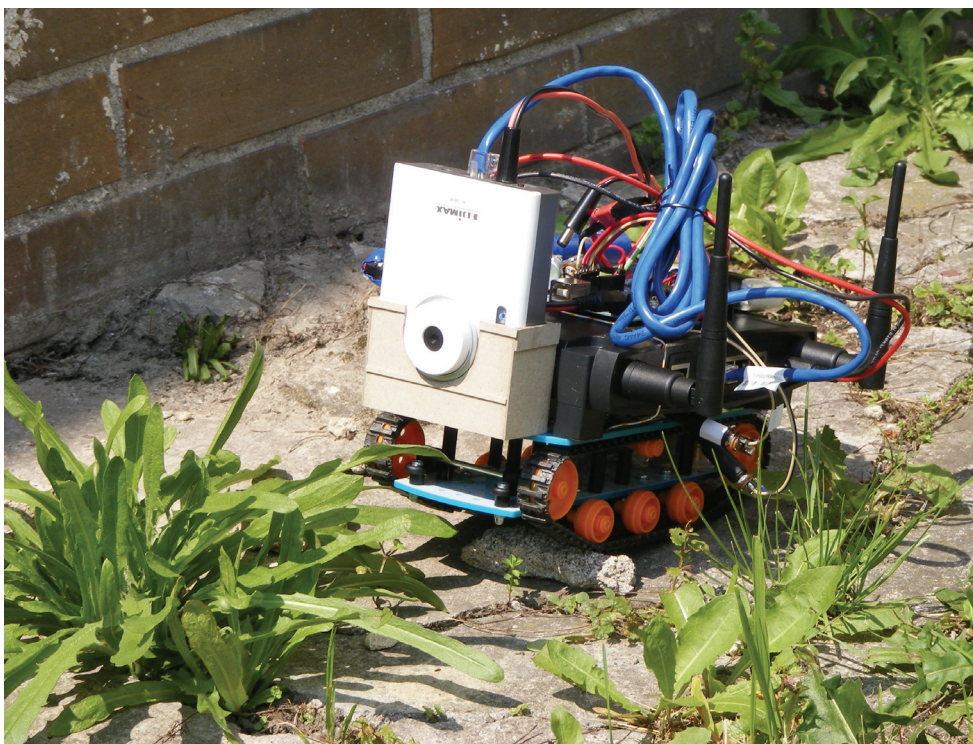
Z hodnotové analýzy vzešla jako optimální varianta I. Tato varianta nabízí nejjednodušší a nejlevnější řešení. Oproti ostatním variantám nabízí jako jediná možnost celkového přizpůsobení uspořádání podvozku. Náročnost na řízení je velmi malá neboť pásový podvozek se řídí pouze změnou smyslu otáčení dvojice motorů. Jízdní vlastnosti jsou ve srovnání s ostatními variantami nepřilíš oslnivé, ale pro popojetí RS o pár metrů do výhodnější pozice je dostačující.

7. Prototyp

Pro potřeby zjištění a ověření vlastností jednotlivých komponent byl na vlastní náklady postaven prototyp *obr 7.1* na kterém bylo také odzkoušeno přímé řízení přes Wi-Fi a za tímto účelem byl napsán PC klient *příloha [H]*. Ke stavbě prototypu byly použity stejné komponenty jako jsou navrhnuty pro RS. Prototyp byl vyvíjen ve spolupráci s Pavlem Dolejším, který zajišťoval výrobu elektrických obvodů, programování arduina a modifikace routeru. Jan Deutschl je programátor odpovědný za PC klient. Samotná výroba prototypu trvala jen několik dní avšak tomu předcházelo několik týdnů průzkumu internetu a shromažďování znalostí a návodů potřebných pro postavení a zprovoznění prototypu.

Při testování prototypu byly odhaleny konstrukční nedostatky, které budou při jeho dalším vývoji odstraněny. Jedná se především o přestavění napájení. Jelikož současně řešení je takové, že motory jsou napájeny přímo z arduina a při jejich přetížení hrozí jeho spálení. Tráva představuje velký problém, jelikož se dostane mezi pás a kola a tím dojde k vyzutí pásu. Ale při jízdě po netravnatém povrchu se pásy nezouvají. Při přejíždění větších překážek je potřeba na překážku přímo najet pásem. Tyto a další problémy budou v budoucnu z prototypu odstraněny, ale tyto změny již nejsou zahrnuty v této bakalářské práci z důvodu provedení úprav prototypu až po termínu odevzdání práce.

Bezpečný dosah Wi-Fi při standardním nastavení routeru je do 100 m na otevřeném prostranství. Maximální dosah spojení je 150 m. Rychlost prototypu byla naměřena 0.1 m/s na rovném zpevněném povrchu. Tyto hodnoty byly naměřeny experimentálně.



obr 5.4.1 prototyp

Příloha [I] obsahuje několik fotografií a jeden videozáznam z testování prototypu. Tentýž videozáznam je k dispozici také na internetu [14].

7.1. Cenová bilance prototypu

Prototyp byl financován ze soukromých zdrojů, a proto byly pořízeny jen základní nutné součásti.

Router Linksys WRT54GL	1 345 Kč
IP kamera Edimax IC 3030	1 585 Kč
Podvozek TANK-02	960 Kč
Rozšiřující paluba na TANK-02	150 Kč
Arduino Duemilanove *	490 Kč
Celkem **	4530 Kč

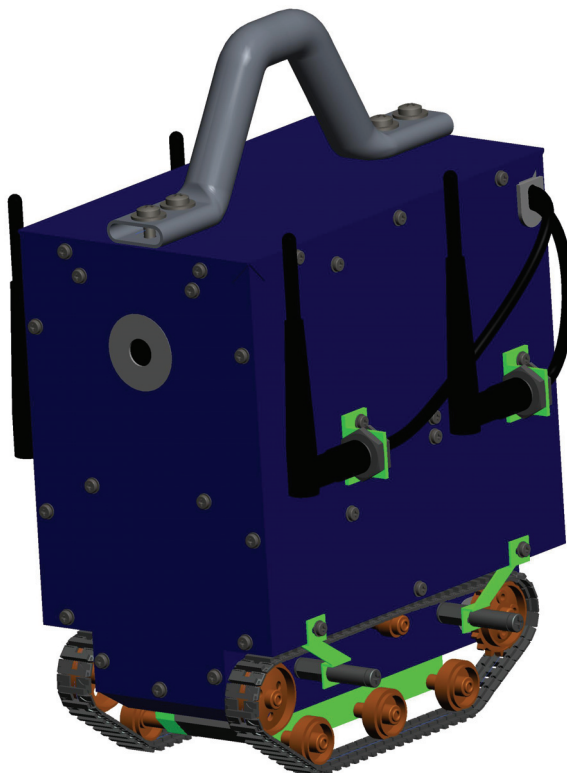
tab 7.1.1 cenová bilance prototypu

* Poznámka: V době stavby prototypu se Arduino Duemilanove již nevyrábělo a doprodávaly se skladové zásoby s 40% slevou.

** Poznámka: Celková cena byla ve skutečnosti vyšší o poštovné u zasílaných položek a cenu drobných nebo zničených komponent.

8. Optimální varianta

Na základě hodnotové analýzy byla vybrána jako optimální varianta I, která je dále podrobně rozpracována *obr 8.1*.

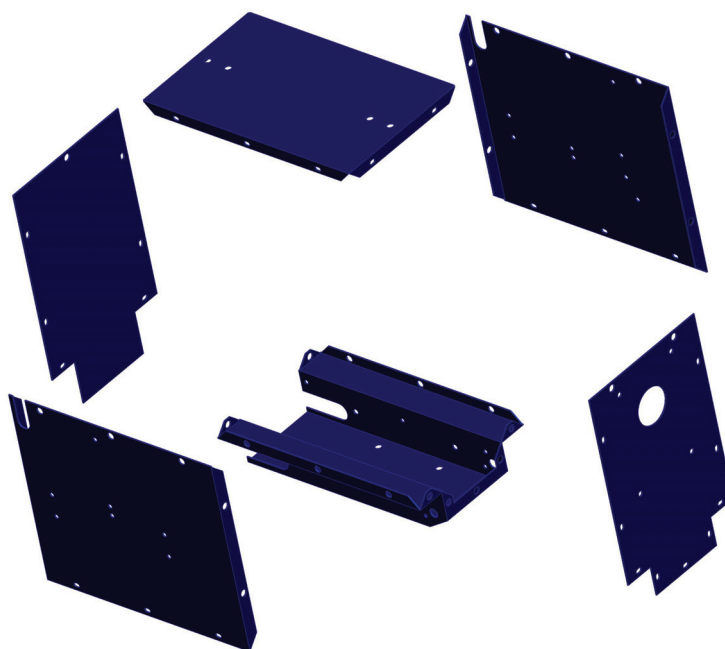


obr 8.1 3D model RS

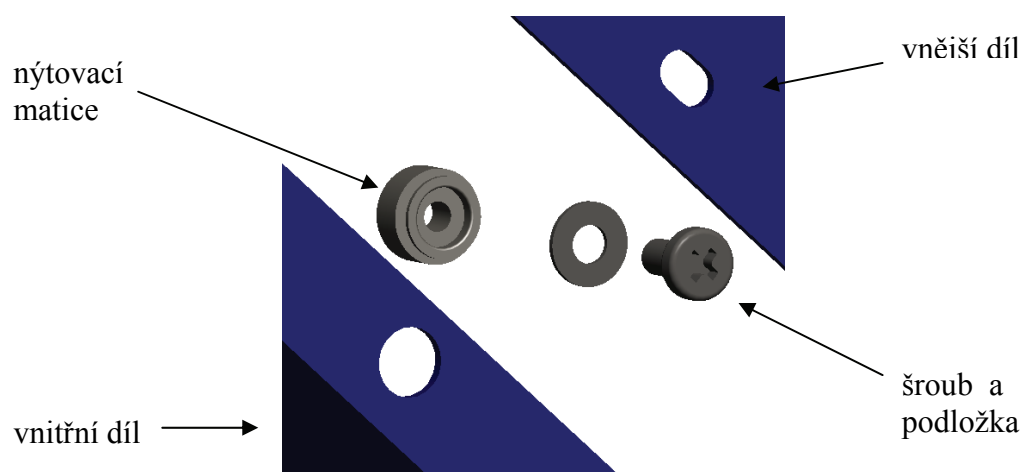
8.1. Krytování

Krytování *obr 8.1.1* RS je vyrobeno z 1 mm hliníkového plechu, který je naohýbán a děrován tak aby se celé krytování mohlo jednoduše složit. Krytování slouží pro upevnění dalších komponent RS. Spojení jednotlivých dílců je řešeno šroubovým spojením, kdy je v jednom dílci zanáýtována matice a prostřednictvím otvoru v dalším dílci jsou oba dílce spojeny šroubem *obr 8.1.2*.

Celá RS je relativně vysoká, to je způsobeno rozměry použitých routerů, které jsou v RS orientovány vertikálně. Výhodnější je samozřejmě umístit routery horizontálně, ale to by byla překročena maximální šířka a RS by nešla ukotvit na robotu Ares.



obr 8.1.1 krytování



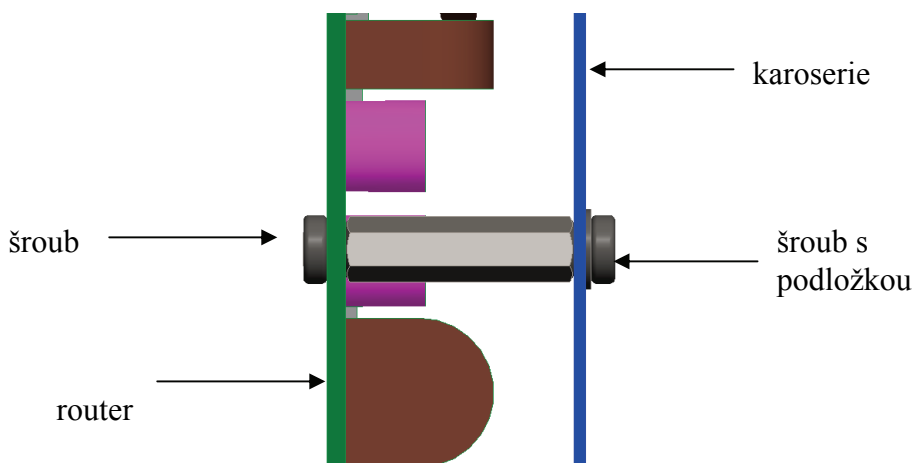
obr 8.1.2 spojení karoserie

Těsnost krytování je zajištěna nanesením vrstvy silikonu na stykové plochy a hrany před montáží, po zatuhnutí silikonu bude zajištěna těsnost jednotky proti vnikání pevných částic a vlhkosti.

Pro případný servis lze do RS vstoupit po odšroubování zadní stěny. Je tak zajištěn snadný přístup ke všem konektorům a kabeláži.

Je vhodné umístit na vnější stranu karoserie hlavní spínač zapínající/vypínající celou RS a také vyvést nabíjecí a servisní konektory pro údržbu baterií.

Upevnění elektroniky karoserii je řešeno šroubovým spojením s využitím distančních sloupků s vnitřním závitem a dvou šroubů *obr 8.1.3*. Výjimkou je H-můstek, který je přišroubován rovnou na stěnu karoserie tak aby se lineární regulátor dotýkal pláště a mohl být lépe chlazen.



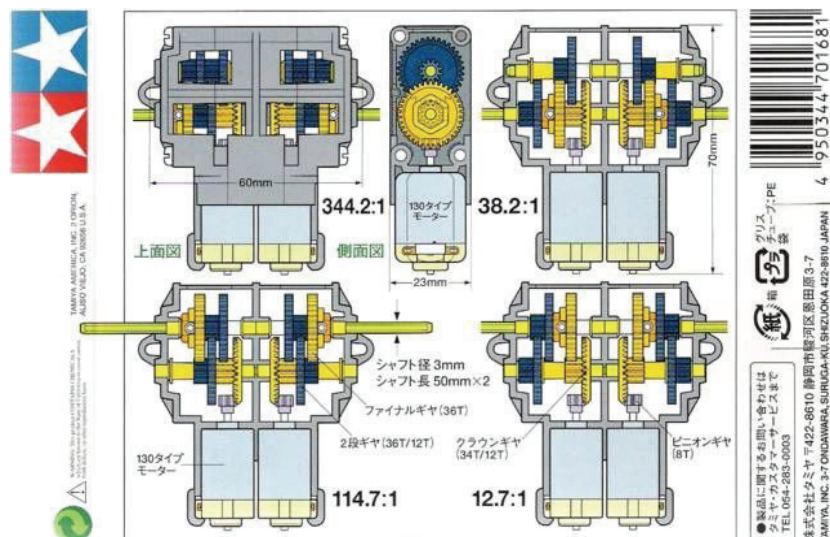
obr 8.1.3 detail připevnění routeru ke krytování

8.2. Lokomoční ústrojí

Lokomoční ústrojí se skládá ze dvou stavebnic. První stavebnice je zdvojená tanková převodovka TAMIYA-TM70168 a druhá stavebnice TAMIYA-TM70100 tvoří pryžové pásy a pojezdová kola. Obě tyto stavebnice jsou doplněny vyráběnými díly a umístěny na vanu podvozku RS

Převodovka:

Jako pohonná jednotka byla zvolena převodovka Tamiya TM70168, jedná se o stavebnici zdvojené převodovky s dvojicí motorů. Převodovka nabízí sestavení ve čtyřech převodových poměrech *obr 8.2.1*, které se za chodu nedají změnit. Během jízdních testů se jako nejvhodnější převodový poměr osvědčil převod největší 344,2:1.

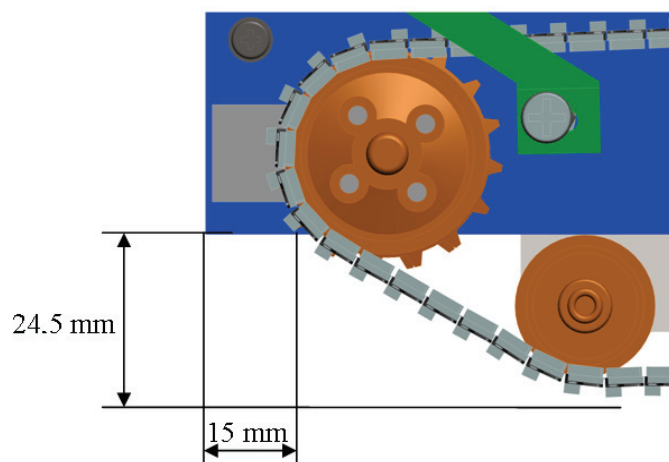


obr 8.2.1 možné převodové poměry

Napájení motorů	3V/1A
Převodový poměr	12.7:1, 38.2:1, 114.7:1, 344.2:1
Rychlost	1039ot/min, 345ot/min, 115ot/min, 38ot/min
Krouticí moment	9.2mNm, 27mNm, 79mNm, 223mNm
Hřídel průměr	3mm, šestihraná
Rozměry	70x60x23mm
Hmotnost	80 g

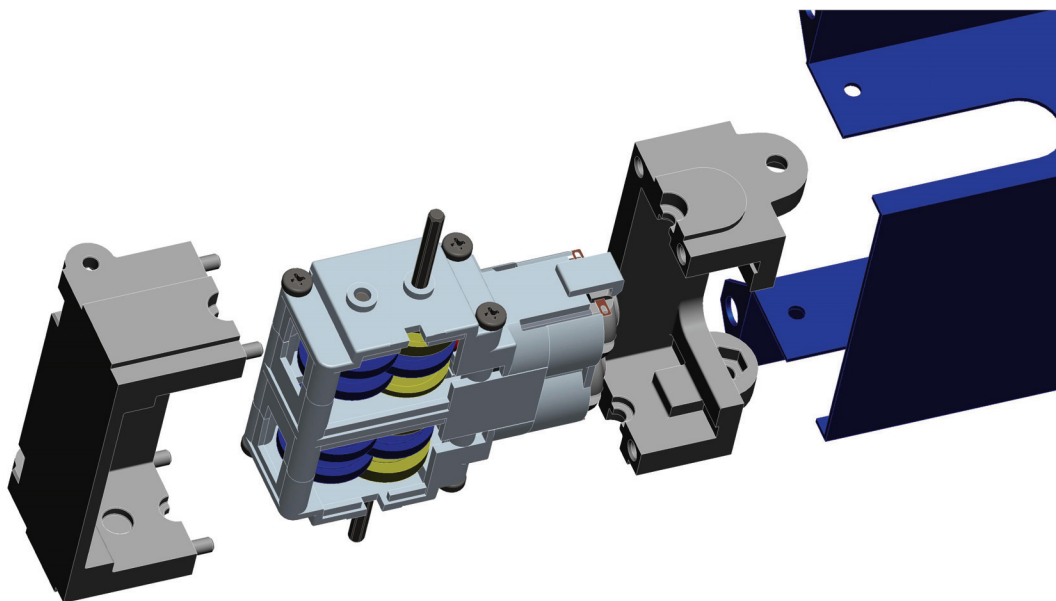
tab 8.2.1 technické parametry převodovky

Zvolený převodový poměr je však zdrojem komplikací, kdy výstupní hřídel převodovky vystupuje ze vzdálenějšího ze dvou otvorů a průměr hnaného kola není natolik velký aby překročil vyčnívající hranu převodovky. Z tohoto důvodu je pohonná jednotka umístěna vzadu, kde tato skutečnost nemá zásadní vliv na jízdní vlastnosti obr 8.2.2.



obr 8.2.2 detail zádě RS

Převodovka je zasazena do dvoudílného plastového obalu *obr 8.2.3*, který zajišťuje ochranu pro převody a slouží pro přichycení převodovky do vany podvozku pomocí čtyř šroubů a matek zapuštěných do tohoto plastového obalu. Tělo převodovky je sice vybaveno dvěma oky pro kotevní šrouby, ale tato oka nejsou příliš pevná, během testování při první montáži jedno z ok prasklo. Z tohoto důvodu je vhodné oka odstranit a převodovku upevnit pomocí plastového obalu, který převodovku chrání i proti nečistotám, jelikož sama o sobě není utěsněna.



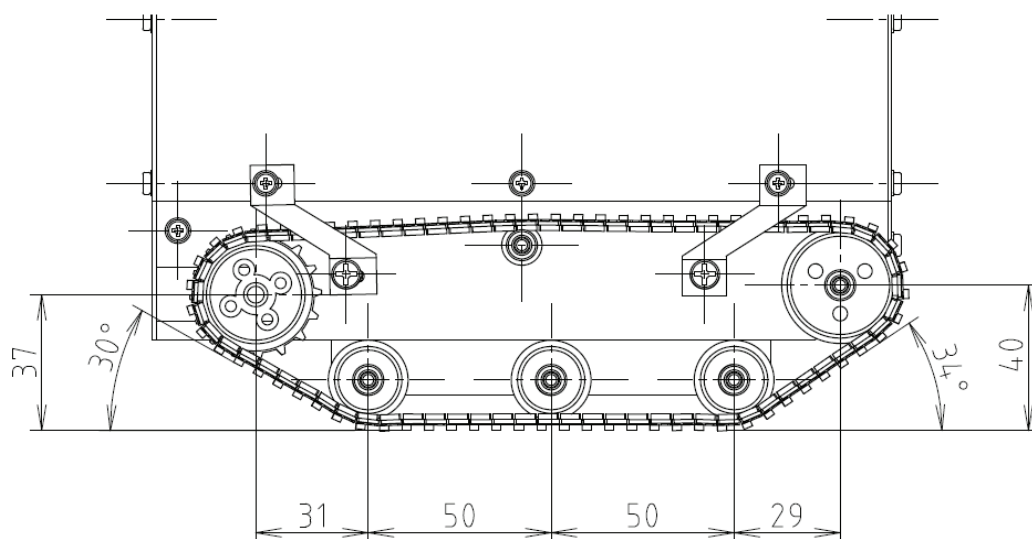
obr 8.2.3 detail obalu převodovky

Pásky

Převodovka pohání pásy Tamyia TM70100 *obr 8.2.4* jedná o stavebnici sestávající z článků pryžových pásů širokých 17 mm ve třech různých délkách, plastová kola: 2 hnací velké, 2 hnací malá, 6 pojezdových kol středních, 10 pojezdových kol malých a 2 velká pojezdová kola. Kola jsou volně nasazena na hřídelky o průměru 3 mm a zajištěna plastovou koncovkou. Pásky lze sestavit v několika délkách, pro potřeby RS je zvolena kombinace dosahující maximální délky 48cm na pás. Uspořádání podvozku je tankového typu *obr 8.2.5* kde jsou použity 2 hnací kola velké, 6 pojezdových kol středních, 2 napínací kola velká a 2 pojezdová kola malá.



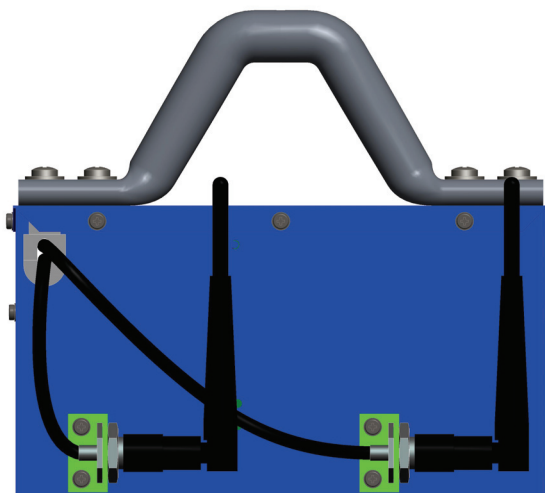
obr 8.2.4 stavebnice pásů



obr 8.2.5 uspořádání podvozku

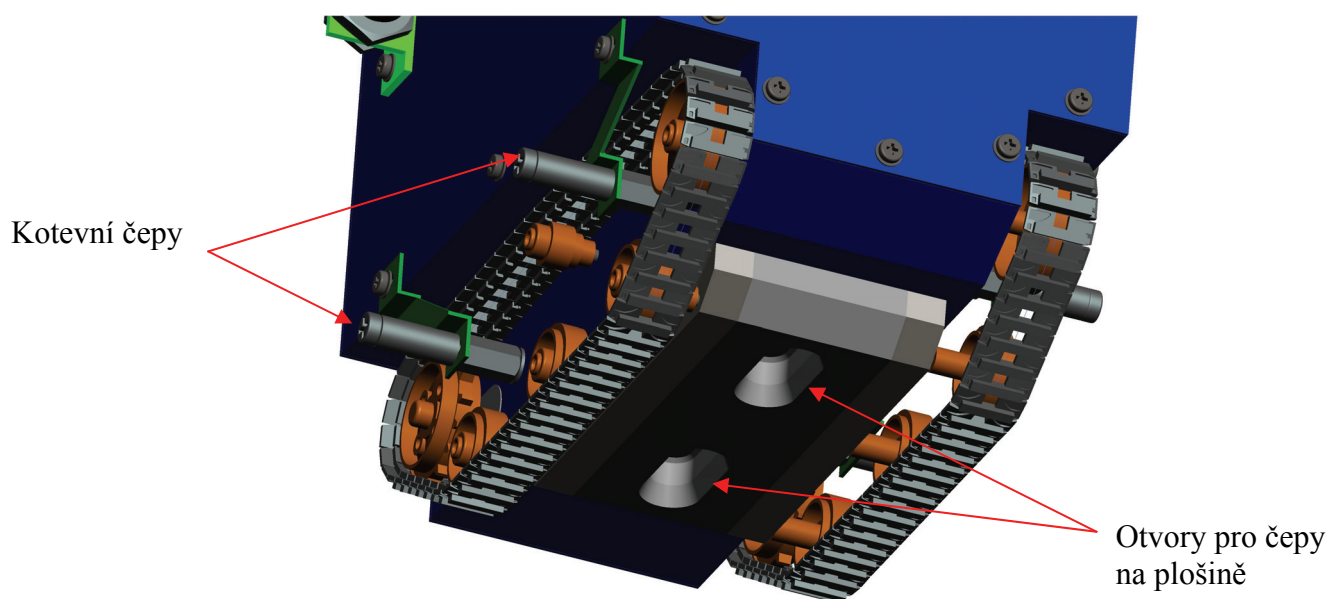
8.3. Nakládání a Kotvení RS

Pro zachycení RS a její následné naložení/vyložení z „mateřského robotu“ za pomoci nakládacího ramene slouží „ucho“ *obr 8.3.1* vyrobené ohnutím tenkostěnné hliníkové trubky o průměr 20mm a přichycené na střeše RS čtyřmi šrouby.



obr 8.3.1 ucho

Pro bezpečné ukotvení na „mateřském robotu“ je transportní plošina osazena dvojicí čepů, na které se RS posadí a zajistí ji tak proti rovinnému pohybu. RS je dále osazena kotevními čepy *obr 8.3.2* vyčnívající z oblasti pásů. Tyto čepy přesně zapadají do kotevního mechanismu na transportní plošině „mateřského robotu“ a dojde tak k dokonalé fixaci RS na plošině.



obr 8.3.2 kotevní prvky

8.4. Elektronika

Nakupovaná zařízení (routery a IP kamera) jsou zbaveny plastových krytů a jsou použity pouze samotné elektrické obvody. Elektronika je přichycena na vnitřní stranu krytování za pomoci šroubů a distančních sloupků. Kromě Arduina, které je uchyceno v prostoru mezi routery, jelikož jeho uchycení na některé ze stěn krytování by bylo nevýhodné.

8.4.1. Subsystem retranslace

Jako nejvýhodnější řešení pro Retranslaci Wi-Fi signálu bylo zvoleno řešení sestávající z dvojice propojených routerů. Byly zvoleny routery Linksys WRT54GL *obr 8.4.1.1* především kvůli jejich dobré modifikovatelnosti. Požadavek modifikovatelnosti byl jedním z hlavních kritérií pro výběr routerů, protože už od začátku bylo zamýšleno řídit RS prostřednictvím Wi-Fi. Routery Linksys WRT54GL jsou sice staršího data výroby, ale jejich kvality a možnosti jsou nesporné především v dnešní době. Byla snaha najít i novější router, ale výrobci dnes již nepodporují jakékoliv zasahování do svých produktů.



obr 8.4.1.1 router Linksys WRT54GL

Parametry routeru

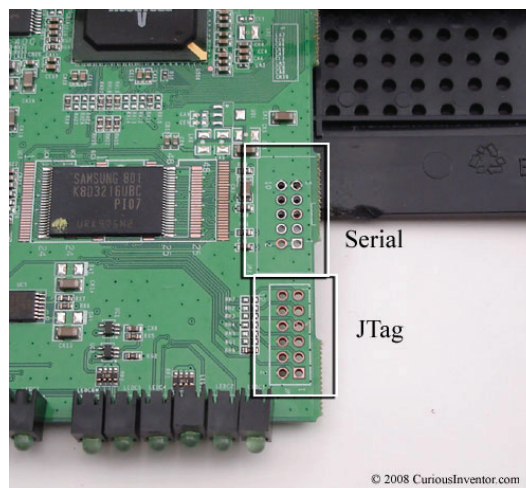
Podpora standardů	Ethernet síť standardu IEEE 802.3 s maximální rychlostí 10/100 Mbps, bezdrátová síť Wi-Fi IEEE 802.11b/g
Pracovní frekvence	2.4 - 2.483 GHz
Přenosová rychlost	až 54 Mbit/s
Šifrování	64/128-bit WEP, WPA-TKIP, WPA2-TKIP
Zabezpečení	SPI (Stateful Packet Inspection) firewall, filtrování MAC
NAT	ano
DHCP protokol (Server/Client)	ano/ano
QoS	ano
VPN (Virtual Private Network)	VPN pass-through
Síťové služby	DMZ
Router	statické routování
Způsoby konfigurace	Web Management
VF výkon	18 dBm
Anténa	2x externí odpojitelná dipólová anténa s RP TNC konektorem
Konektor	1x RJ45 WAN 10/100 Mbps, 4x RJ45 LAN 10/100 Mbps
Indikace stavu	8x LED dioda (Power, DMZ, Internet, WLAN, 4x LAN)
Napájení	síťový adaptér AC 100-240 V (50-60 Hz) / 12 V, 0.5 A
Rozměry (V x Š x H)	48 x 200 x 186 mm
Hmotnost	482 g

*Poznámka: Po nahrání alternativního OS se některé parametry mohou lišit.

Softwarové jádro routeru běží na bázi Linuxu to umožňuje nahrání a běh libovolných klientských aplikací.

Na oba routery je nainstalován alternativní operační systém od DD-WRT *příloha [D]*. Díky tomuto OS je možno měnit velké množství nastavení routeru a měří také sílu WI-FI signálu všech připojených zařízení.

Jeden z routerů (řídící router) je dále modifikován připojením konektoru pro propojení s arduinem a je na něj nahrána dvojice programů „*carserver_1_mipsel.ipk*“ *příloha [E]* - odposlouchává příchozí komunikaci a posílá řídicí signál do sériového portu, „*setserial_2.17-1_mipsel.ipk*“ *příloha [F]* – zajišťuje přeposlání řídicího signálu do sériového rozhraní. Postup instalace nového SW na router je podrobně popsán v *příloze [C]*. Dále je na „řídící router“ vhodné připojit jednoduchý konektor na vývod pro sériový port pro propojení s arduinem *obr 8.4.1.2*. router se s arduinem propojí velice jednoduše, stačí spojit piny na sériovém portu 2,3 a 5 s digitálními piny na arduinu označenými jako RX, TX a GND.



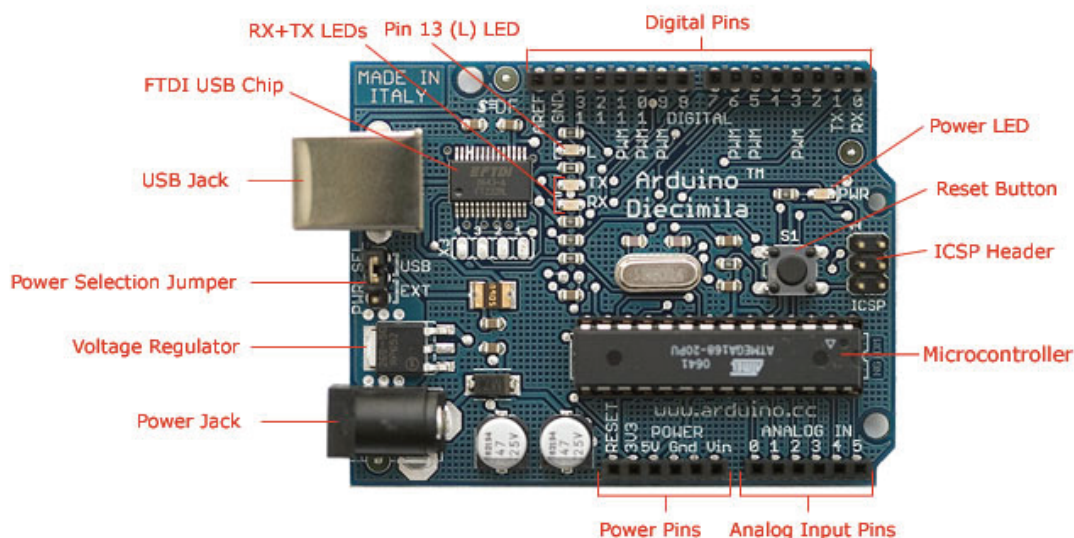
obr 8.4.1.2 detail sériového výstupu routeru

Každý router je standardně vybaven dvojicí antén se ziskem 7dbi, kdy jedna anténa je vysílací a druhá přijímací, to routeru umožňuje obousměrnou komunikaci v reálném čase. Díky alternativnímu OS je možno nastavit která anténa je vysílací přijímací. WI-FI antény jsou přichyceny na vnějším plášti RS. Antény jsou nainstalovány střídavě tzn.: že na každé straně RS je jedna anténa přijímací z prvního routeru a druhá anténa vysílací ze druhého routeru. Spojení antén s routery je zajištěno koaxiálním kabelem který prochází průchodkou v krytování RS. Předpokládá se využití antén dodávaných s routerem, ale je možno použít jakékoliv jiné antény, jen je nutno dbát na správné zapojení konektorů, protože router je vybaven RP-TNC konektorem který není moc běžný.

Routery jsou otočeny součástkami směrem k plášti pro případ nadměrného zahřívání některé z komponent. Kdyby k tomu došlo stačí poté jen vložit mezi onu komponentu a plášť vhodný vodič tepla. Zahřívání routerů se dovíjí od nastaveného vysílacího výkonu, Vysílací výkon je přednastaven na hodnotu 71mW, ale lze jej zvýšit až na 255mW. Zvyšování vysílacího výkonu se nedoporučuje, protože zkracuje životnost routerů, zvyšuje zahřívání a spotřebu, ale především by zvýšení znamenalo překročení zákonem povoleného vysílacího výkonu u takového zařízení.

8.4.2. Subsystem řízení

O překlad přichozích příkazů se stará jednoduchý obvod komerčně dostupný pod názvem Arduino *obr 8.4.2.1*.



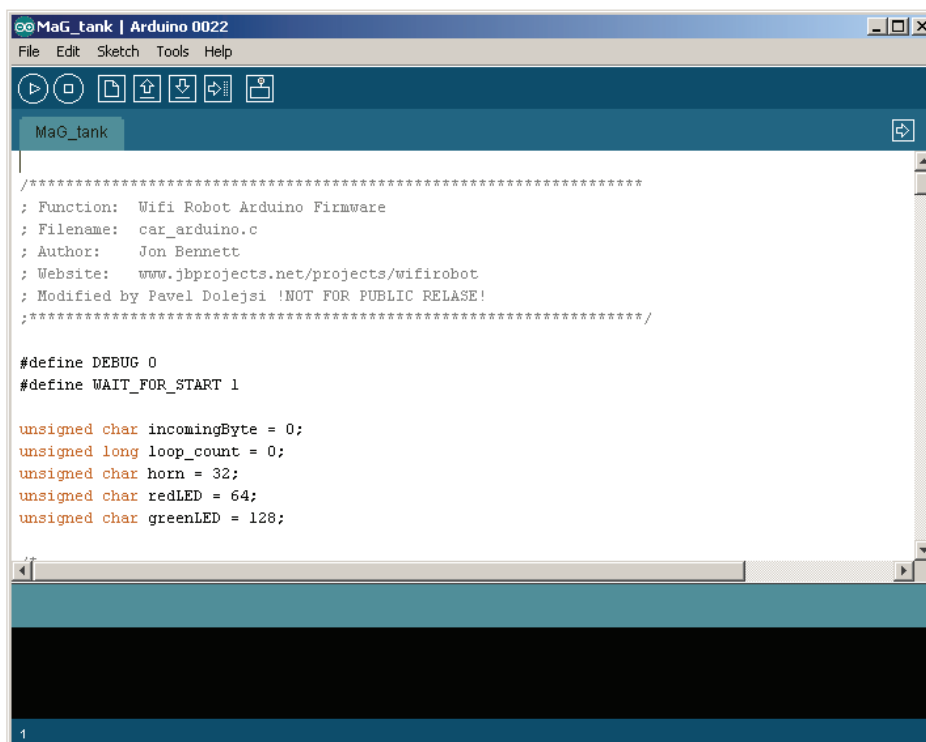
Photograph by SparkFun Electronics. Used under the Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 license.

obr 8.4.2.1 arduino

Arduino je řídicí obvod založený na procesoru ATmega328 je vybaveno třinácti digitálními vstupně-výstupními piny (z toho 6 s podporou PWM) a 6 analogových vstupů. V Arduino je nainstalovaný program *MaG_takn.pde příloha [G]* přijímající povely ze sériové linky a překládá je na řídicí impulsy pro motory a další možná zařízení (světla, houkačka).

Pro účely prototypu bylo zamýšleno použít arduino vybavené rozhraním RS232, protože řídicí povely z routeru Linksys WRT54GL jsou vyvedeny přes rozhraní umožňující instalaci RS232. Následně by bylo možné využít plného potenciálu arduina jako takového. Bohužel arduino s rozhraním RS232 se již nevyrábí, ale je komerčně dostupný tištěný spoj připravený pro kompletaci sériového arduina v domácích podmínkách. Naneštěstí se takto vyrobené arduino nepodařilo oživit. Proto bylo zvoleno arduino s USB rozhraním. Naštěstí není zapotřebí spojit arduino s routrem přímo přes RS232. Instalace rozhraní RS232 na straně routeru proto není nutná. Komunikace probíhá mezi routerem a arduinem přímo na TTL úrovni a není tak třeba zbytečného převádění z TTL na RS232 a pak zpět na TTL.

Programování a následné nahrávání programů pro Arduino probíhá skrze speciální SW *obr 8.4.2.2* , který je k dispozici na oficiálních stránkách Arduina [15].



obr 8.4.2.2 programovací SW arduina

Připojení arduina k routeru je možno provést ještě jiným způsobem a to rozšířením arduina o Ethernet Shield *obr 8.4.2.3*. Rozšíření se jen nasune z horní strany na arduino a propojí se s routerem pomocí lan kabelu. Z arduina se tak stane samostatný síťový prvek. Pro zajištění správné funkčnosti je ale třeba Ethernet Shield správně naprogramovat. Při použití Ethernet Shieldu není třeba žádné modifikace routeru a tím je možno použít jakýkoli jiný router než zde použitý Linksys WRT54GL. Jedinou překážkou je pořizovací cena Ethernet Shieldu, která činí 1 100 Kč.



obr 8.4.2.3 Ethernet Shield

8.4.3. Senzorový Subsystem

Aby bylo možno RS dálkově ovládat bylo zvoleno nejjednodušší řešení v podobě IP kamery. IP kameru stačí propojit s jedním z routerů pomocí síťového kabelu a správně nastavit podle návodu přiloženého ke kameře. IP kamery v síti vystupují samy za sebe a nepotřebují žádné další zařízení v podobě počítače na zpracování obrazu jako je tomu u obyčejných webových kamer které toto vyžadují.

Prototyp byl testován s kamerou Edimax IC 3030 *obr 8.4.3.1*. Jedná se o jednu z nejlevnějších IP kamer na trhu, ale i přes svou nízkou cenu má co nabídnout. Ale pro potřeby RS je nejdůležitější přenos obrazu.



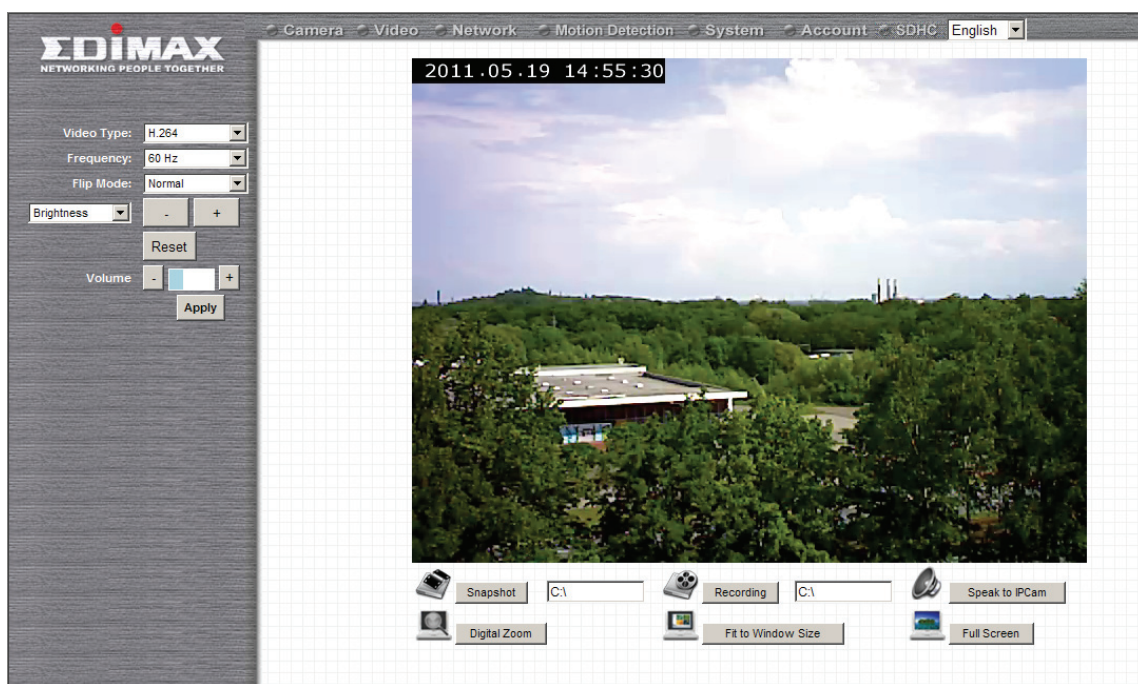
obr 8.4.3.1 IP kamera Edimax IC 3030

Parametry IP kamery

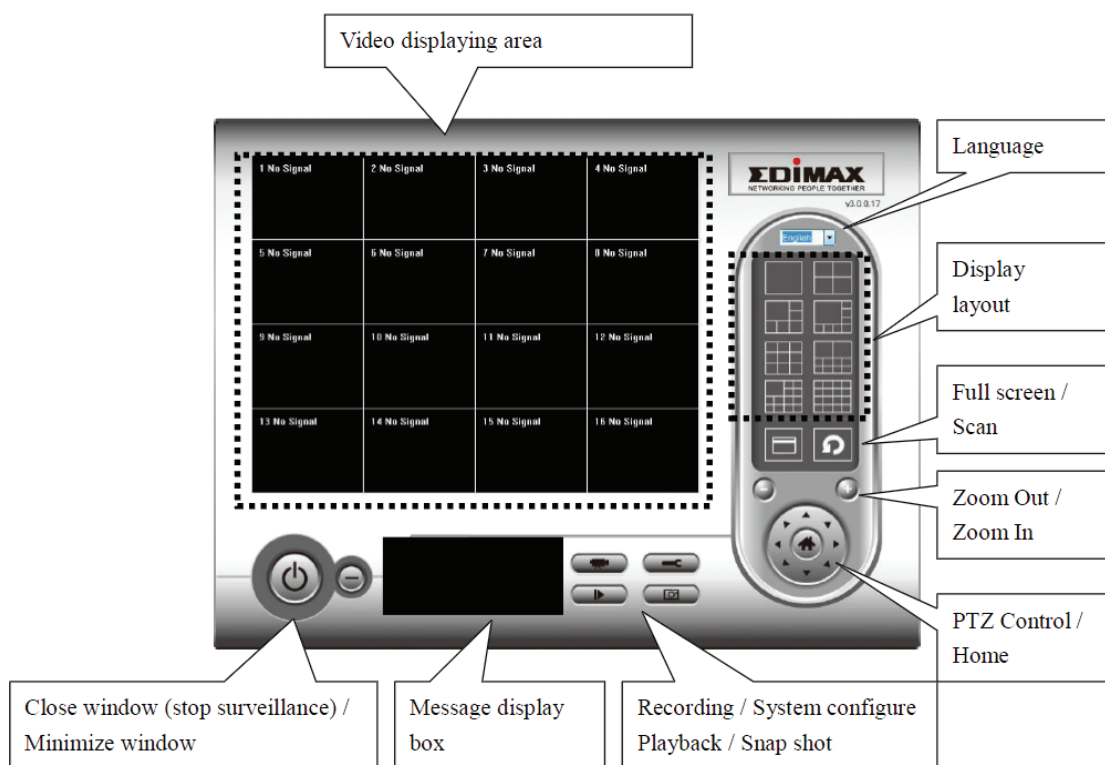
Snímač	CMOS senzor, 1.3 Mpx
Rozlišení	1280 x 1024 px
Flash paměť	4 MB
Paměť RAM	64 MB
Objektiv	pevné ohnisko 5 mm
Světelnost objektivu	f/2.8
Zaostřování	manuální
Detekce pohybu	ano
Formát fotografií	JPEG
Rozlišení fotografií	až 1280 x 1024 px
Formát videa	H.264 / MPEG-4 / MJPEG, Triple Codec, Triple mode video streaming
Rozlišení videa	až 1280 x 1024 px 15 sn./s, 640 x 480, 320 x 280 px 30 sn/s
Formát zvuku	obousměrné audio
Mikrofon	ano
Síťový port	1x RJ45 10/100 Mbps
Podpora standardů	IEEE 802.3, IEEE 802.3u
Wi-Fi bezdrátová síťová karta	ne, kamera je vybavena pro připojení Wi-Fi USB adaptéru
Výstupy	1x výstup 3.5 mm jack pro připojení externího reproduktoru
Způsoby konfigurace	přes webové rozhraní, nebo SW dodávaný s kamerou
Podpora OS	Windows 2000, XP, Vista, 7
Napájení	DC 12 V, 1 A
Rozměry (V x Š x H)	113 x 80 x 43 mm

Kamera disponuje pouze ručním ostřením což znamená, že je-li třeba zaostřit, musí se manuálně otočit s čočkou. Toto je velká nevýhoda této kamery. Ale během testování byl nalezen vhodný kompromis v zaostření, kdy jsou objekty před objektivem přijatelně ostřené do vzdálenosti dvou metrů. Další neduh kterým kamera trpí je zahřívání, které může být zdrojem problémů, když bude celá RS neprodyšně uzavřena hrozí přehřátí elektroniky uvnitř.

Ke kameře lze přistupovat skrze webové rozhraní *obr 8.4.3.2* po zadání IP adresy kamery do adresního řádku internetového prohlížeče. Toto rozhraní funguje správně bohužel pouze v internetovém prohlížeči Internet Explorer (je potřeba mít nainstalovaný zásuvný modul Aktive X), v jiných prohlížečích dochází k problémům. Další možností přístupu je pomocí SW *obr 8.4.3.3* dodávaným spolu s kamerou. Tento SW umožňuje připojení až 16 kamer najednou.



obr 8.4.3.2 webové rozhraní



obr 8.4.3.3 - 16 kanálový prohlížeč

V rámci vývoje prototypu je snaha o to aby se samostatné video z kamery zobrazovalo rovnou v okně PC klienta. Tato snaha byla zatím neúspěšná, jelikož to vyžaduje složitější programování.

8.4.4. Subsystem napájení

Při volbě akumulátorů rozhodovaly údaje o spotřebě jednotlivých komponent viz tab 8.4.4.1.

	Napětí/Proud *	Naměřené hodnoty
Router 2x	12V/1A	9V/0-0.45A
IP kamera 1x	12V/1A	9V/0.3A
Arduino	5V/0.1A	5V/0.1A
Motory 2x	5V/1A	5V/1A

Tab 8.4.4.1 tabulka spotřeby

*údaje udávané výrobcem

Při testování routeru byla naměřena hodnota spotřeby kolísající v rozmezí 0A-0.45A, router nemá lineární zdroj. K vypnutí routeru došlo, když napětí na kleslo pod 5.5V.



obr 8.4.4.1 akumulátor Dualsky XPower 2250-3S G5

Na základě výše uvedených hodnot *tab 8.4.4.1* byly zvoleny modelářské akumulátory Dualsky XPower 2250-3S G5 *obr 8.4.4.1*. Akumulátory jsou založeny na technologii LiPol, díky čemuž mají velmi příznivé parametry. Pro zajištění dostatečné kapacity pro napájení celé RS jsou použity dva akumulátory. Odhadovaná doba provozu RS s těmito akumulátory je minimálně 2,5 hodiny za předpokladu, že RS nebude významně měnit svou polohu

Rozměry d x š x v	101x35,5x26 mm
Hmotnost	193 g
Napětí	11.1 V
Kapacita	2250 mAh
Vybíjecí proud	45 C
Nabíjecí proud	6 C
Cena za 1 kus	1015 Kč

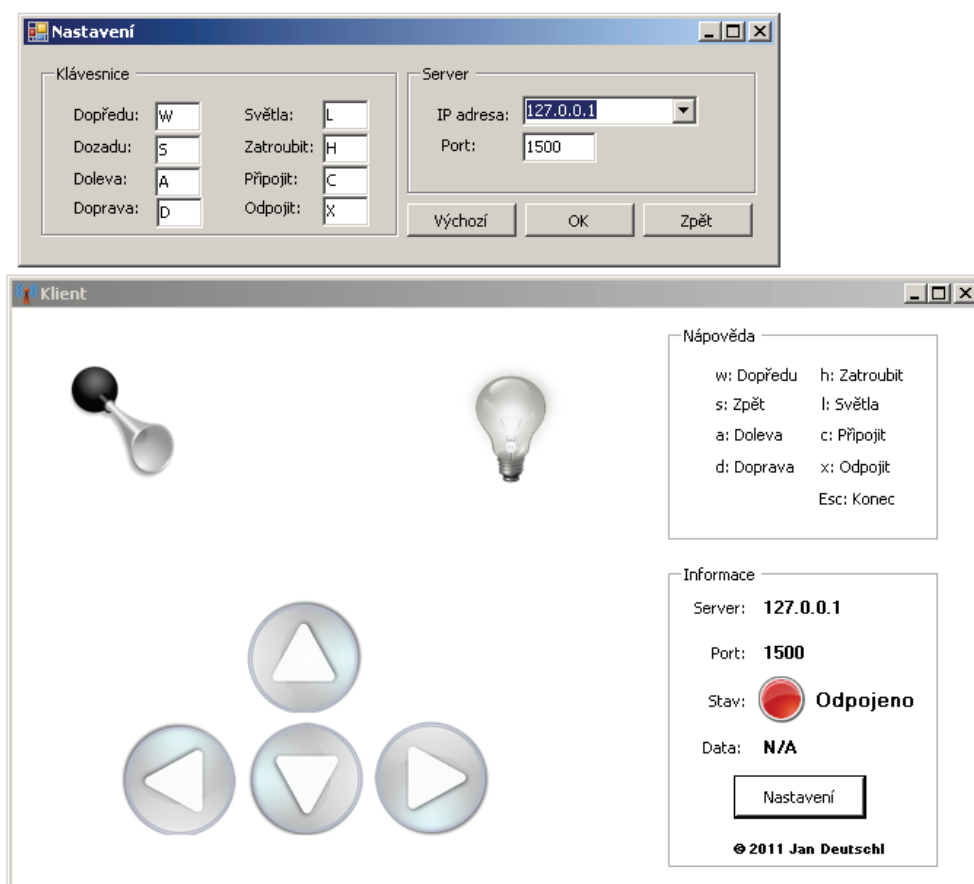
tab 8.4.4.2 parametry akumulátorů Dualsky

Pro snížení těžiště RS jsou akumulátory umístěny na dně vany podvozku. Jelikož jsou akumulátory umístěny za převodovkou a přístupový otvor je příliš úzký, jsou akumulátory uchyceny suchým zipem pro snadnou demontáž na přípravku z ohýbaného plechu díky kterému je lze snadněji vyjmout.

8.4.5. Subsystem operátora

Pro potřeby řízení RS byl napsán Klient *obr 8.4.5.1*, aplikace běžící na počítači operátora. Tato aplikace je opatřena jednoduchým uživatelským rozhraním a uživatelským nastavením kláves. Aplikace není v konečné verzi (aplikace a zdrojové kódy jsou obsaženy v přílohách *příloha [H]*). Tento klient se spojí s konkrétní RS po zadání IP adresy řídicího routeru, klient si uchovává v paměti posledních 5 zadaných IP adres. Pro změnu IP adresy je třeba nejprve se odpojit od stávající RS, poté zadat nebo zvolit z paměti novou IP adresu a připojit se.

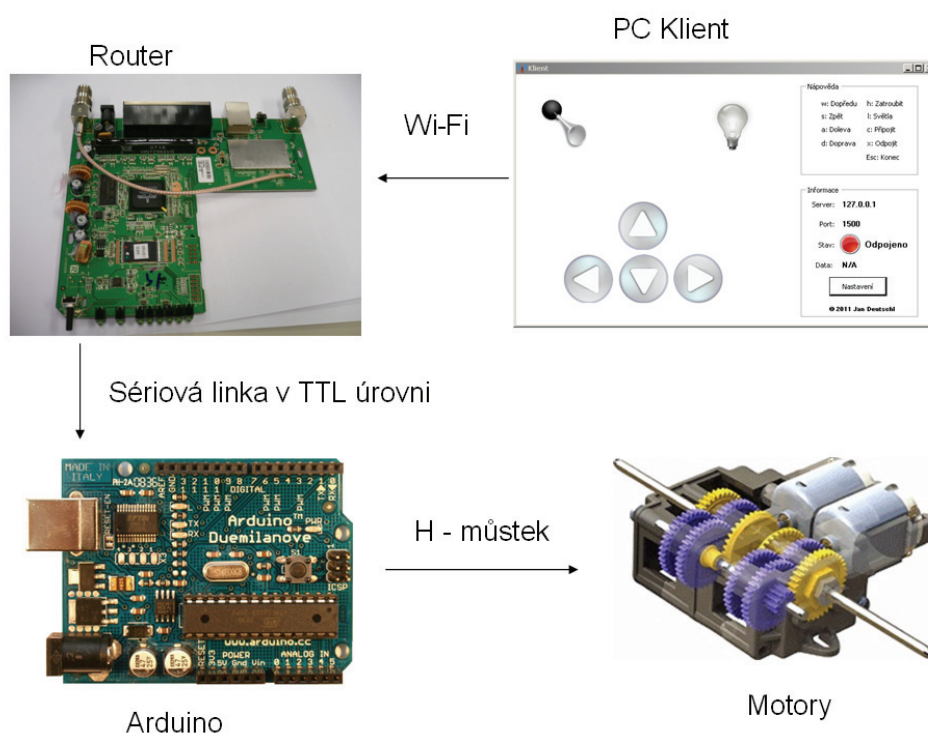
Klient posílá řídicí příkazy pro RS ve formě čísla. Každé číslo odpovídá konkrétní akci. Příkazy o velikosti 28 bit jsou posílány každých 5 ms na portu 1500.



obr 8.4.5.1 Klient

Na řídicím routeru jsou nainstalovány dvě aplikace, které se spouštějí hned po startu routeru a zajišťují přeposlání řídicích příkazů do sériového portu.

Arduino přijímá signál ze sériové linky a stará se o provedení přijatých povelů. Během testování prototypu se vyskytnula komplikace. Při každém zapnutí arduina se na krátkou dobu než naběhne uložený program roztočil jeden z motorů. Tento problém je způsoben propojením jednotlivých komponent arduina. Další komplikace v podobě „zamrznutí systému“, která by se ale neměla během provozu vyskytnout je způsobena naprogramováním a jednosměrnou komunikací mezi routerem a arduinem. Chyba spočívá v tom, že arduino po spuštění čeká na potvrzující signál z routeru, který jej vyšle pouze jednou ihned po spuštění. Když náhodou dojde k tomu, že router naběhne mnohem rychleji než arduino, tak arduino zmešká potvrzující signál a marně na něj pak čeká a nevykonává odesílané povely. Za normálních okolností naběhne arduino mnohem rychleji než router a tak by k této chybě nemělo dojít. Další odhalenou chybou je pád klienta po ztrátě spojení s routerem. Stačí se ale dostat do dosahu routeru a spustit klient znovu. Jedná se o SW chyby, které lze ošetřit úpravou SW.



obr 8.4.5.2 schéma řízení RS

Principy řízení obr 8.4.5.2 byly převzaty z projektů zabývajícím se dálkovým řízením modelu auta za pomoci Wi-Fi nalezeným na internetu [16].

9. Závěr

Na základě požadavkového listu byly navrženy čtyři varianty. Na základě hodnotové analýzy byla vybrána varianta I a zpracována do finální podoby viz *obr 8.1*. Byl vytvořen podrobný 3D model v prostředí ProENGINEER a sestavný výkres v AutoCadu, které jsou obsaženy v přílohách.

Navržená Retranslační stanice se skládá z komerčně běžně dostupných komponent určených koncovým zákazníkům. To s sebou nese výhodu nízké ceny, ale nevýhoda je, že tato zařízení nebyla zamýšlena pro průmyslové použití.

Řízení retranslační stanice prostřednictvím Wi-Fi bylo navrženo a na realizovaném prototypu úspěšně odzkoušeno. Veškeré programové vybavení, včetně zdrojových kódů, nutných pro řízení, je součástí příloh. Při testování prototypu byly objeveny některé nedostatky, které je nutno odstranit v případě realizace. Je nutné vyřešit napájení, aby nedošlo ke spálení řídicí elektroniky při přetížení motorů a dále je vhodné upravit instalovaný SW tak, aby nedocházelo k chybám při nečekaných situacích. Ještě je nutné stanovit nejvhodnější variantu druhu spojení mezi jednotlivými RS.

10. Použitá literatura

- [1] BRISBIN, Shelly. *Wi-Fi : Postavte si svou vlastní wi-fi síť a mnoho dalšího....* Berkley (California) : The McGraw-Hill Companies, 2002. 248 s. ISBN 0-07-222624-2.
- [2] ZANDL, Patric. *Bezdrátové sítě Wi-Fi : Praktický průvodce*. Vydání první. Brno : Computer press, 2003. 181 s. ISBN 80-7226-632-2.
- [3] HORSKÝ, Radek. *Bezdrátové sítě Wi-Fi v rekordním čase*. První vydání. Praha : Granda Publishing, 2006. 84 s. ISBN 80-247-1790-5.
- [4] *PC tuning* [online]. 22.10.2007 [cit. 2010-10-27]. WiFi na 2.4 i 5GHz - Minitar WAP354. Dostupné z WWW: <http://pctuning.tyden.cz/software/jak-zkrotit-internet/9619-wifi_na_24_i_5ghz-minitar_wap354>.
- [5] *IEEE 802.11*. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 26. 2. 2008, last modified on 24. 10. 2010 [cit. 2010-10-27]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11>.
- [6] *Bridge*. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 14. 3. 2010, last modified on 29. 8. 2010 [cit. 2010-10-27]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bridge>>.
- [7] *Access point*. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 3. 4. 2010, last modified on 22. 8. 2010 [cit. 2010-10-27]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Access_point>.
- [8] KAPLER, Tomáš. *Internet pro všechny* [online]. 15.12.2004 [cit. 2010-10-27]. Chci bezdrátovou síť (6). Dostupné z WWW: <<http://www.internetprovsechny.cz/clanek.php?cid=104>>.
- [9] *MQ-1 Predator*. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 3. 5. 2007, last modified on 23. 4. 2011 [cit. 2011-05-20]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/MQ-1_Predator>.
- [10] *Carpictures* [online]. 2007 [cit. 2011-05-22]. Darpa Seeking Mobile Wireless LANdroids. Dostupné z WWW: <<http://www.carpictures.com/Darpa/-Seeking-Mobile-Wireless-LANdroids-2007-07G5G450308647>>.
- [11] *Snail Instruments* [online]. 2009 [cit. 2011-05-22]. TANK-02. Dostupné z WWW: <http://shop.snailinstruments.com/index.php?main_page=product_info&cPath=77&products_id=313>.
- [12] *Pololu* [online]. 2009 [cit. 2011-05-20]. Dagu Wild Thumper 6WD All-Terrain Chassis. Dostupné z WW: <<http://www.pololu.com/catalog/product/1561/pictures>>.

- [13] *AirshipClub.com : Vzducholodě* [online]. 2009 [cit. 2011-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://airshipclub.com/>>.
- [14] *YouTube* [online]. 2011 [cit. 2011-05-22]. WiFiRobot. Dostupné z WWW: <<http://www.youtube.com/watch?v=lrxiLcG1nA>>.
- [15] *Arduino* [online]. 2009 [cit. 2011-05-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.arduino.cc/>>.
- [16] *BENNETT, Jonathan. Jon Bennett's Bit of the Web : JBProjects.net* [online]. 2003 [cit. 2011-02-13]. Dostupné z WWW: <www.jbprojects.net>.
- [17] *DD-WRT* [online]. 21 July 2008, 21 April 2011 [cit. 2011-05-10]. Linksys WRT54GL - DD-WRT Wiki. Dostupné z WWW: <http://www.dd-wrt.com/wiki/index.php/Linksys_WRT54GL>.
- [18] *DD-WRT : Unleash Your Router* [online]. 2005 [cit. 2011-05-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.dd-wrt.com/site/index>>.
- [19] *PuTTY: A Free Telnet/SSH Client* [online]. 2006-03-31 [cit. 2011-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/>>.

11. Přílohy

Výkresová dokumentace a 3D model

- [A] - Sestavný výkres RS – SOU162 S001
- [B] - 3D model RS - 0_retranslace

Programové vybavení

- [C] - popis instalace SW na router
- [D] - dd-wrt.v24_mini_generic.bin
- [E] - carserver_1_mipsel.ipk
- [F] - setserial_2.17-1_mipsel.ipk
- [G] - MaG_tank.pde
- [H] - AutoClient.exe
- [I] - Multimediální galerie prototypu

Příloha [C]: Postup Instalace SW na router

Předpokládá se router v původním nastavení.

1. Nahrání alternativního operačního systému DD-WRT na router

Ze stránek [17] se stáhne verze firmwaru pro daný router, pro typ WRT54GL je aktuální verze (a verze použitá v prototypu) v24 mini *příloha [D]* (přiložená verze DD-WRT je dnes [20. 5. 2011] již zastaralá).

Pro daný typ routeru je k dispozici ještě celá řada jiných verzí firmwaru, pro tyto potřeby zcela dostačuje základní verze mini. Další verze je možné najít na výše uvedených stránkách dd-wrt.

Pro samotnou instalaci je nutné zprovoznit a zapojit router se stávajícím fw. Zde je nutno vzít v potaz, že nativní adresa routeru je pevně nastavena na adresu 192.168.1.1, tedy stejná jako u celé řady jiných routerů či síťových serverů, v tom případě by po připojení routeru do stávající sítě nebylo možné, k routeru by se nešlo přihlásit (v lepším případě, v horším může způsobit problémy celé sítě). Pokud se toto vyskytne, je nutné propojit router přímo s počítačem a v nastavení změnit IP adresu na jinou, nekolidující (případě toto přeskočit a instalovat rovnou nový fw). Návod pro změnu IP adresy je v návodu k routeru či na stránkách výrobce.

Po připojení se k routeru přes jeho www rozhraní z internetového prohlížeče počítače se použije IP adresa routeru (původní či přenastavená). Následně se zadá uživatelské jméno a heslo (viz manuál routeru). Tím se zpřístupní rozhraní routeru. Zde se nalézá položka aktualizace FW a nahraje se předem stažený soubor dd-wrt *příloha D*. Soubor by se měl nahrát a automaticky nainstalovat. Samotná instalace by měla trvat cca 2-3 minuty během kterých nesmí dojít k výpadku napájení routeru. Po uplynutí této doby by měl být nový FW zdárně nainstalován (pokud by se vyskytly nějaké komplikace, řešení se s největší pravděpodobností nachází na stránkách dd-wrt [18]).

Nově nainstalovaný dd-wrt systém má opět nastavenou výchozí IP adresu 192.168.1.1, je tedy vhodné ji opět změnit. Po připojení na adresu routeru by automaticky mělo být vyžadováno zadání nového uživatelského hesla, v některých případech se router choval jako by měl už heslo nastaveno, je-li tomu tak, je možné

router kompletně vyresetovat tím, že se odpojí od napájení, zmáčkne se tlačítko reset, router se opět připojí k napájení a podrží se tlačítko reset cca 15 s. Je-li vše v pořádku (tj. je nastavena IP adresa i přístupové heslo), provede se přihlášení do administračního rozhraní.

2. Nastavení routeru

WiFi: v záložce Wireless se nastaví jméno (SSID) sítě, případně kanál. Pokračuje se na záložku Wireless Security a do kolonky Security mode se nastaví požadovaný druh zabezpečení. Pro běžné počítače vyhovuje WPA2 Personal. Následně se nastaví do WPA Shared key veřejný klíč sítě. Nastavení se potvrdí a uloží (Apply settings, Save)

SSH: V záložce Services: Services do pole Secure Shell položka SSHd se změní na enable. Následně se změní položka Password Login na enable. Vše se potvrdí a uloží.

JFFS2: JFFS poskytné v paměti routeru složku s plnými přístupovými právy (v základním nastavení jsou soubory v paměti Read Only). Aktivace se provede následovně: V záložce Administration: Management v poli JFFS2 Supportse změní JFFS2 na enable a uloží (Save). Nyní se nově vytvořený prostor naformátuje. Změní se Clean JFFS2 na enable a potvrdí (Apply settings). Pokud vše roběhlo v pořádku, mělo by okno po obnovení zobrazovat údaj o paměti 704.00KB/XXX.XXKB. Změní se Clean JFFS2 na disable potvrdí a uloží.

3. Instalace programů:

Připojit se pomocí SSH na adresu routeru (například ve windows pomocí programu PuTTY [19]). Pro přihlášení použít uživatelské jméno: root heslo: stejné jako pro www rozhraní. Tím se zpřístupní standardní příkazový řádek systému linux. Popis práce s příkazovým řádkem zde není uveden.

Provede se kontrola na přítomnost složky */jffs* a do ní se nahrají soubory *carserver_1_mipsel.ipk příloha [E]* a *setserial_2.17-1_mipsel.ipk příloha [F]* (způsob nahrání souborů se liší podle SSH klienta, je nutno konzultovat s návodem pro daný program).

Nainstalují se programy pomocí příkazu „ipkg install carserver_1_mipsel.ipk“ a „ipkg install setserial_2.17-1_mipsel.ipk“

Pokud vše proběhlo v pořádku, měly by v routeru přibýt soubor */jffs/bin/carserver* a */jffs/usr/sbin/setserial*

4. Nastavení automatického spuštění programů po startu:

Zpět ve webovém rozhraní routeru, v záložce Administration: Commands vepsat do pole Commands následující příkazy:

```
/jffs/usr/sbin/setserial /dev/tts/1 irq 3  
/usr/sbin/stty -F /dev/tts/1 raw speed 9600  
/jffs/bin/carserver &
```

Vše uložit pomocí Save Startup

Pokud vše proběhlo v pořádku, instalace je hotova.